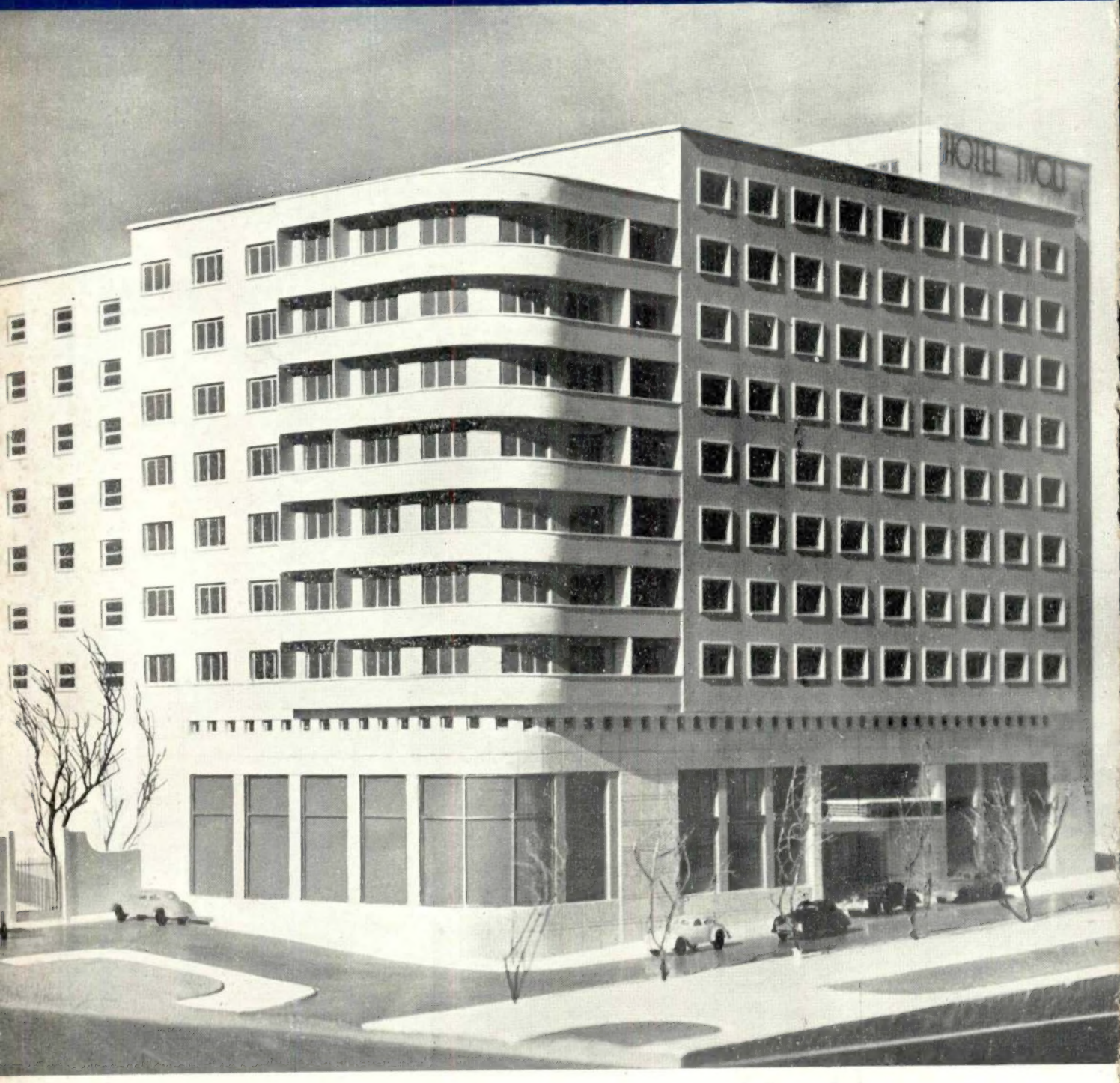
TÉCNICA



REVISTA DE ENGENHARIA
DOS ALUNOS DO I. S. T.

N.º 277-DEZEMBRO-1957

CIMENTO SECIL

O CIMENTO PARA OBRAS DE GRANDE RESPONSABILIDADE

4 fornos rotativos — 300.000 toneladas anuais

Fábrica no Outão — Setúbal

Lisboa — Rua do Comércio, 56-3.º

Desde o Distrito de **VIANA DO CASTELO** ao de **LEIRIA** e nos Distritos de **SETÚBAL** e **EVORA** as

FÁBRICAS
CIDADES
VILAS e
ALDEIAS portuguesas

são abastecidas de

ELECTRICIDADE

para

FORÇA MOTRIZ E TODOS OS USOS INDUSTRIAIS, LUZ, ETC., a TARIFAS MUITO VANTAJOSAS e com as **maiores facilidades**,

pela

UNIÃO ELECTRICA PORTUGUESA

e produzidas nas CENTRAIS:

Thérmica do FREIXO .... 22.000 CV
Hidráulica do LINDOSO... .... 100.000 CV
Thérmica da CACHOFARRA... 14.000 CV

Os Escritórios da UNIÃO ELÉCTRICA PORTUGUESA são:

NO PORTO Rua Duque de Loulé, 148
EM LISBOA Rua Rosa Araújo, 35

CAVAN

SOCIEDADE PORTUGUESA

POSTES DE BETÃO PARA LINHAS ELÉCTRICAS
MOSAICOS E AZULEJOS

COLUNAS PARA ILUMINAÇÃO PÚBLICA
MANILHAS PARA ESGOTOS

RUA D. ESTEFÂNIA, 42
TELEF. 47812-50129
LISBOA

TÉCNICA

REVISTA DE ENGENHARIA DOS ALUNOS DO INSTITUTO SUPERIOR TÉCNICO

Ano XXXII - N.º 277 Dezembro de 1957

Redacção e Administração: AVENIDA ROVISCO PAIS, I.S.T. * LISBOA-N. * TELEF. 77 01 44 (Linha 50)

DIRECTOR

CARLOS MANUEL DE MEDEIROS PORTELA

ADMINISTRADOR

RICARDO MANUEL SIMÕES BAYÃO HORTA

SECRETÁRIO

ALEXANDRE CERVEIRA

REDACTORES

ARTUR BAPTISTA
JOÃO MARTINS DE CARVALHO
JOÃO ULRICH
JORGE FONTAINHAS
LUÍS AIRES BARROS

*

NUMERO AVULSO 12$50

ASSINATURAS:

	3 N.os	5 N.os	10 N.os
Continente e Ilhas	32$50	50$00	95$00
Ultramar Português e Espanha	—	55$00	100$00
Estrangeiro	—	60$00	110$00

*

EDITOR E PROPRIETÁRIO

ASS. DOS ESTUD. DO I.S.T.

*

COMPOSTO E IMPRESSO NA

Tip. JORGE FERNANDES, L.DA

RUA CRUZ DOS POIAIS, 103
LISBOA

SUMÁRIO

CAPA — Maquette do Hotel Tivoli — Projecto do Arquitecto Pardal Monteiro e Eng.º Camacho Simões

Págs.

Campos de acção da engenharía electrotécnica

Pelo Eng.º António A. de Carvalho Fernandes 137

Notas informativas — **Elementos sobre a produção e consumo de energia na rede eléctrica nacional** 142

O panorama hidroeléctrico no quadro do desenvolvimento industrial brasileiro

Pelo Eng.º J. Laginha Serafim 143

Técnica de impulsos — Circuitos fundamentais

Pelo Eng.º Fernando Eduardo Rebelo Simões 171

Prospecção Gravimétrica — O problema da interpretação

Pelo Eng.º José Quintino Rogado 195

Princípios Fundamentais da Técnica das Micro-ondas — Propagação em Guias de Onda

Por João Figanier 211

Professor Pardal Monteiro 225

Do Mundo Técnico 226

Biblioteca 229

OS ARTIGOS PUBLICADOS NESTA REVISTA SÃO DE EXCLUSIVA RESPONSABILIDADE DOS AUTORES

Índice Alfabético dos nossos anunciantes

A

Pág.

Agência Comercial, Ltd.ª XLVII
A Construtora Moderna XIII
Ahlers, Lindley, Ltd.ª . . . XXXVI e XLIII
Alfredo Alves . . . . . XXVI e XXVII
Atlantic — Fábrica Lusitana de Tintas e Vernizes, Limitada XLV
António Baró XLIX
Auto Lusitânia XXVII
Azevedo & Pessi, Ltd.ª XLVI

B

Blackwood Hodge IV
Bouhon & Irmão, Ltd.ª XLVII

C

Cekop XXVIII
Centro de Cooperação Técnica . . . XXXIX
Centrozap XVIII
Cimento Secil . . . . . 2.ª da capa
Companhia «Cimento Tejo» XIV
Companhia de Cimentos Brancos . . VI
Companhia Portuguesa dos Petróleos BP XXII
Companhia União Fabril XXIV
Construções Técnicas, Ltd.ª XI
C. Santos, Ltd.ª . . . . . VIII e XLI

E

Edmond Dardel II
Elektrim XXV
Electro-Arco, Ltd.ª LI
Emílio de Azevedo Campos & C.ª, Ltd.ª XXIII
Empresa Electro Cerâmica VI
Empresa de Produtos Asfálticos . . . XLIX
Empresa de Sondagens e Fundações Teixeira Duarte, Ltd.ª . . . . . 3.ª da capa
Eng.º Augusto Cavaco XIII

F

Fábrica Metalúrgica e Construtora CARAVELA, Ltd.ª XLII
Fábrica Portugal X
Facto, Lda. XIX

G

Garagem Victória XXXVIII
General Electric Portuguesa XXXIV

H

Henriques & Castro, Ltd.ª XI

I

Pág.

INEL XXXVII
IST LI

J

Jayme da Costa, Lda. XXXV
J. B. Fernandes & C.ª, Lda. XX

L

Leacock (Lisboa), Ltd.ª XV

M

Manil V
Máquinas de Precisão, Ltd.ª XLVI
Metalexport XXX
Monteiro Gomes, Ltd.ª XII

P

Papelaria Fernandes XXXIII
P. Bellasi XVI
Pimentel & Casquilho, Ltd.ª III

S

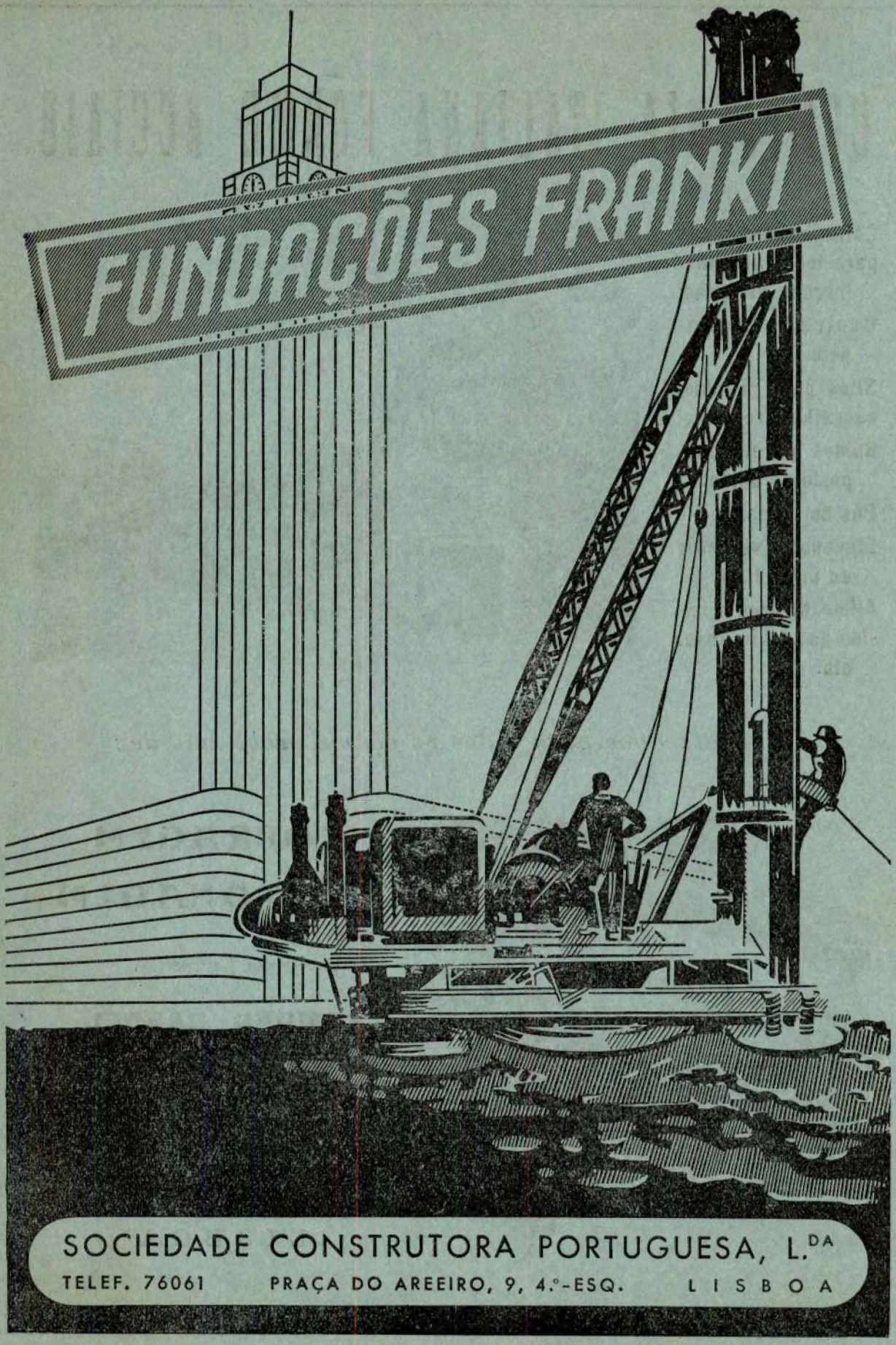
Saint-Gobain XX
Schroeter & Almeida V
S. E. Moniz da Maia & Vaz Guedes, L.da XVII
SKF XXXIV
SMEIA . . . . . IX, e XLVIII
Sociedade Comercial Luso-Columbia L
Sociedade Construtora Portuguesa, Ltd.ª I
Sociedade de Electricidade Brown Boveri . . . . . 4.ª da capa
Sociedade Electrom L
Sociedade Ericsson de Portugal, Ltd.ª XLIX
Sociedade Fabril de Matérias Plásticas XXXII
Sociedade Portuguesa Cavan . . . . 2.ª da capa
Socotel . . . . . V e XXXI
SOMEC XIV
SONAP XXIX
Sondagens Ródio, Ltd.ª XIII
SOPECATE LI
Spril XXVII
Standard Eléctrica VII

T

The Engineering Company of Portugal, Ltd. XXI
Tintas Valentine XLIV

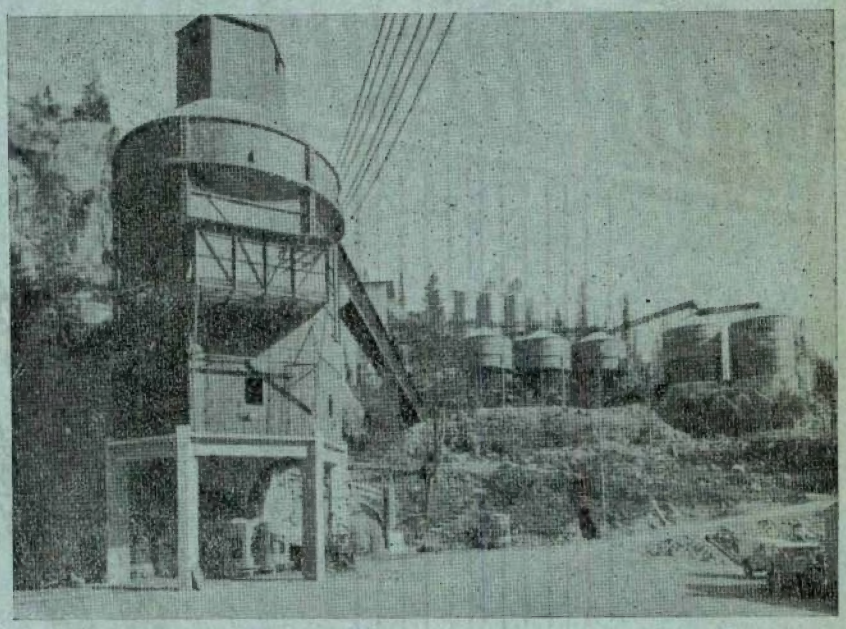
U

União Eléctrica Portuguesa . . . . . 2.ª da capa

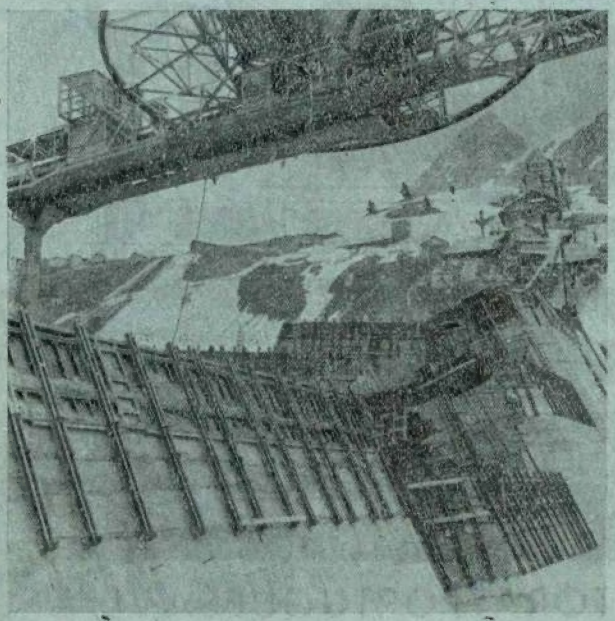

FUNDAÇÕES FRANKI
SOCIEDADE CONSTRUTORA PORTUGUESA, L.DA
TELEF. 76061
PRAÇA DO AREEIRO, 9, 4.º-ESQ.
LISBOA

COMPAGNIA ITALIANA FORME ACCIAIO

Cofragens metálicas para todas as construções de betão.
Centrais de dosagem.
Silos para cimento, cascalho, areia, etc.
Baldes para transporte de betão.
Pés de carneiro.
Elevadores verticais ou inclinados.
Alimentadores sem-fim para cimento, etc.



Consultem-nos para todos os vossos problemas de:



COFRAGEM E BETONAGEM

Agente Exclusivo:

EDMOND DARDEL

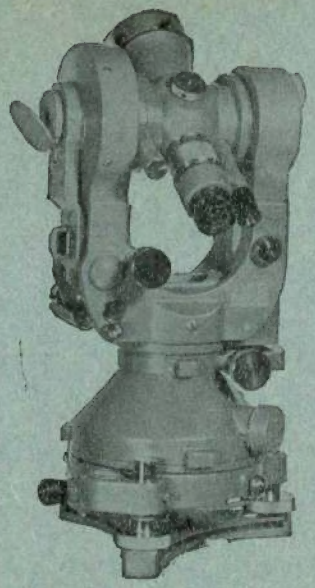
Engenheiro-consultor

RUA RODRIGUES SAMPAIO, 19-4.º B

Telefone 42289

LISBOA

PIMENTEL & CASQUILHO, L.DA



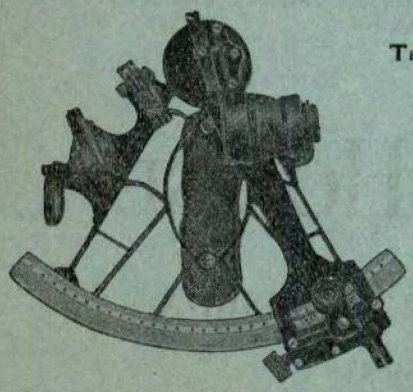
GRANDE SORTIDO
DE INSTRUMENTOS DE
PRECISÃO, CIENTÍFICOS
E INDUSTRIAIS

PARA

- ENGENHEIROS
- ARQUITECTOS
- CONSTRUTORES
- TOPÓGRAFOS
- DESENHADORES
- LABORATÓRIOS
- ESCOLAS
- OFICINAS

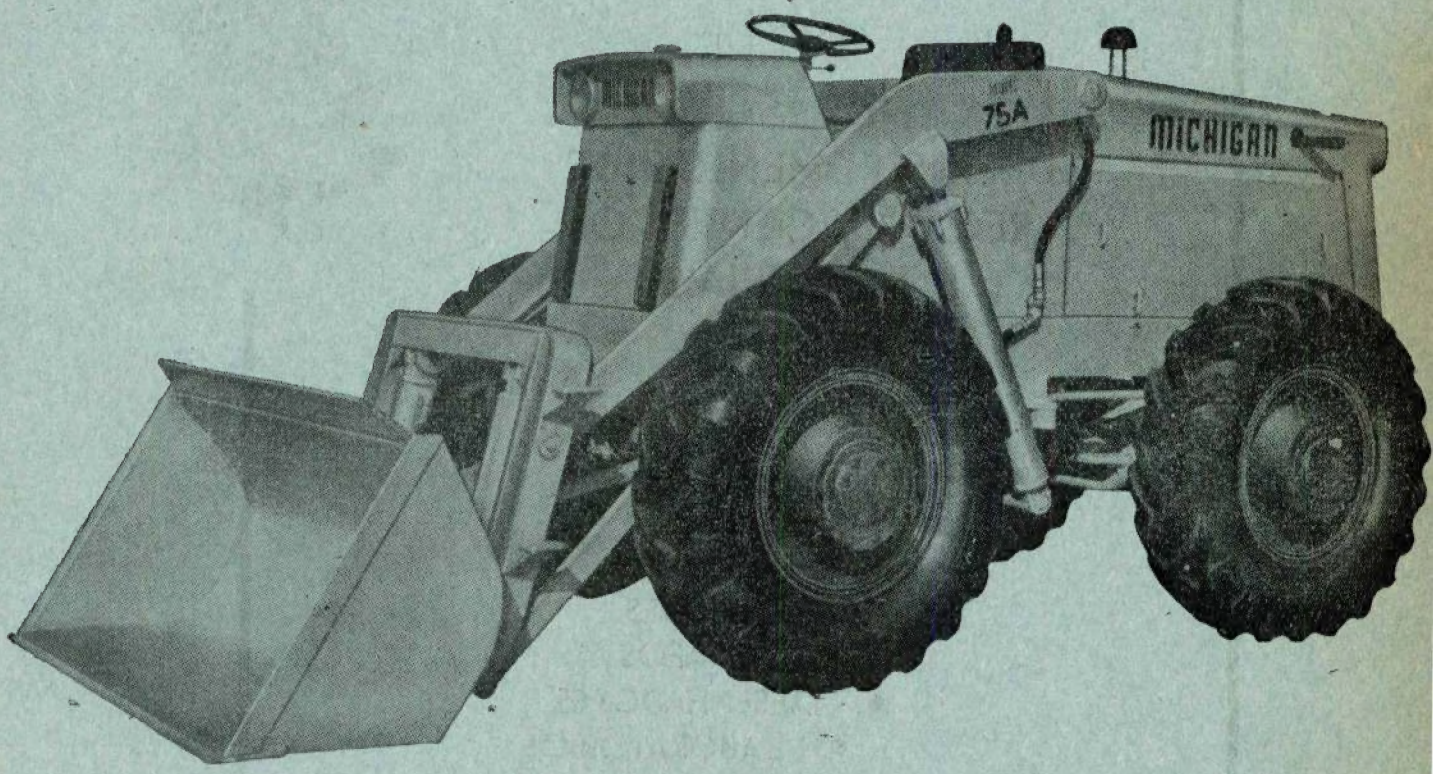
RUA DAS PORTAS DE SANTO ANTÃO, 75
LISBOA

TELEF.: 24314 • TELEG.: TECNA



tracto-carregador

CLARK
MICHIGAN
U.S.A.



Mais «EXTRAS» são «STANDARD» no MICHIGAN do que em qualquer outro tracto-carregador.

- DOIS FARÓIS DIANTEIROS PLENOS DE LUZ
- MUDANÇAS DE TRANSMISSÃO SEMI-AUTOMÁTICAS
- CONVERSOR DE BINÁRIO — NÃO TEM EMBRAIAGEM
- MOVIMENTO DE BALDE INDEPENDENTE DA LANÇA
- CONTA HORAS DO MOTOR
- FILTROS DE ÓLEO PARA O MOTOR E CONVERSOR
- DOIS FARÓIS TRASEIROS
- DIRECÇÃO COM AJUDA HIDRÁULICA
- DESMULTIPLICAÇÃO NOS CUBOS DAS RODAS
- INDICADOR DA POSIÇÃO DO BALDE

Motor Diesel 80 CV. — Duas velocidades de trabalho e duas de marcha, quer para a frente quer para trás — direcção às rodas traseiras — todas as rodas motoras — pneus 14 : 00 × 24 tipo terraplanagem — balde de 1 jarda cúbica, etc., etc.
Tudo isto torna o Michigan no campião de todos os tracto-carregadores de rodas ou de lagartas.

DISTRIBUIDORES EXCLUSIVOS :

BLACKWOOD HODGE

BLACKWOOD HODGE (PORTUGAL) LDA

AV. ALMIRANTE REIS, 247 — LISBOA

Telef. 72 59 48 - 72 59 84

GUTTATERNA

Produtos à base de borracha natural não vulcanizada. Isentos de breus e de betumes

CARACTERÍSTICAS:

Grande aderência ao betão, ao ferro, à madeira, ao grês, ao vidro, etc.; Plasticidade excepcionalmente durável; Resistência aos agentes atmosféricos e às acções químicas; Estanqueidade absoluta; Resistência à tracção.

PRINCIPAIS APLICAÇÕES

EM	DE
Juntas de dilatação	Barragens
Juntas de contracção	Edifícios
Juntas de betonagem	Túneis
Colmatagem de fendas	Pontes e estradas
Revestimentos estanques	Canais
Revestimentos anti-corrosivos	Tubos e reservatórios
Pinturas insonorisantes	Navios
Isolamentos eléctricos	Caminhos de ferro
Isolamentos sonoros	Centrais eléctricas
etc.. etc.	etc., etc.

SCHROETER E ALMEIDA

SECÇÃO TÉCNICA

Rua da Madalena, 128-2.º LISBOA

Telef. 20649

Válvulas indústriais para todos os fluídos, pressões e temperaturas

De Roll

Société des Usines de Louis de Roll S.A.
Fábricas de Klus, Klus (Suiça)

Representantes em Portugal:
Socotel, Lda.
Rua Sá da Bandeira, 651-4.º. Esq.
Porto — Telef. 27013

MANIL

EXPORTAÇÃO · IMPORTAÇÃO

Sede: **Paço d'Arcos** – Av. Voluntários da República – Tel. 262 P. A.

CONSTRUÇÃO CIVIL

SERRAÇÃO E CARPINTARIAS MECÂNICAS
MADEIRAS E TACOS TRATADOS

Depósitos: CASCAIS — ESTORIL
PAÇO D'ARCOS — PAREDE

As oficinas estão apetrechadas com os maquinismos mais modernos e com estufa para secagem e tratamento de madeiras

O EMPREGO DO CIMENTO BRANCO...

permite acabamentos mais perfeitos, mais duradouros e muito mais económicos

Estude a vantagem do emprego do

CIMENTO BRANCO LUSO

Consulte os distribuidores gerais

No Sul: **SCIAL** — T. do Corpo Santo, 15 — Telef. 2 0464 — Lisboa
No Norte: **SCIAL** — R. do Bonjardim, 205 — Telef. 2 5779 — Porto

EMPRESA ELECTRO CERÂMICA — S. A. R. L.

Candal — Gaia

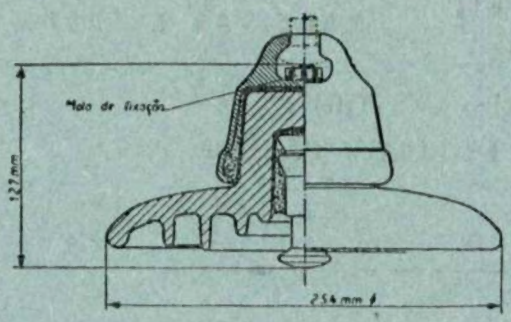
ISOLADORES DE CADEIA

Para suspensão

Tipo ACS 25

Este isolador é igual ao tipo I. B. S. 99 da firma inglesa Taylor Tunnicliff & Co., Ltd., por acordo com a qual o fabricamos

Peso aproximado: 4,3 kg cada elemento



Materiais

Porcelana vidrada em castanho.
Campânulas de ferro fundido maleável, galvanizadas por imersão a quente.
Hastes de aço macio galvanizadas por imersão a quente.
Molas de fixação de bronze fosforoso.

Sede — Largo Barão de Quintela, 3 — LISBOA

Standard Electrica, S.A.R.L.

ASSOCIADA DA

"INTERNATIONAL TELEPHONE & TELEGRAPH CORPORATION"

NOVA YORK

PROJECTOS • FORNECIMENTOS • INSTALAÇÕES

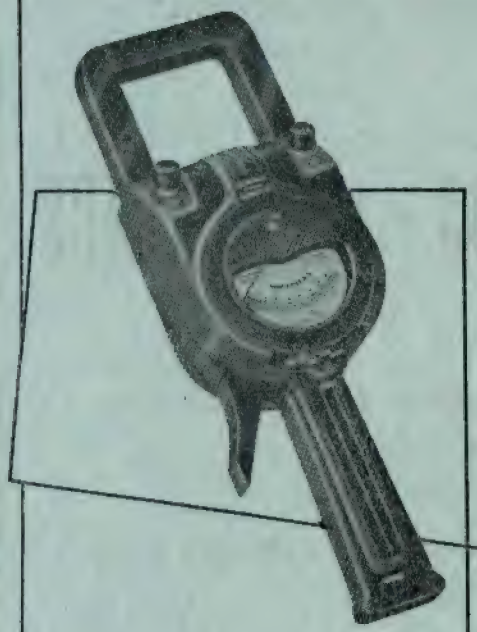
- Instalações de comutação telefónica, manuais e automáticas, de todos os sistemas e capacidades. Sistemas de comunicações por fios em altas frequências;
- Materiais de transmissão automática, por fios e por rádio;
- Material de rádiocomunicações para todas as aplicações em média, alta, muito alta, e ultra-alta frequência;
- Sistemas de antenas para aplicações gerais e especiais para rádiocomunicações, rádiodifusão e televisão;
- Equipamentos de rádiodifusão e televisão e respectivo material de estúdio e acessórios;
- Sistemas de sinalização e de comando, automáticos e manuais, intercomunicadores, amplificadores e aparelhagem acessória;
- Cabos e acessórios de todos os tipos, para energia, comunicações e altas frequências;
- Rectificadores de selénio de tipos especiais e gerais para todas as aplicações.

SERVIÇOS TÉCNICOS, COMERCIAIS E FÁBRICA

AV. DA INDIA LISBOA

TELEFONES 63 8171/6

PINÇAS FERRANTI



PINÇAS VOLT—AMPERIMÉTRICAS

7 ESCALAS

EM AMPÈRES	EM VOLTS
0 – 10 AMPS.	0 – 150 V
0 – 25 »	0 – 600 »
0 – 100 »	
0 – 250 »	
0 – 1000 »	

PINÇA WATTIMÉTRICA

7 ESCALAS

0 – 3 KW
0 – 6 »
0 – 12 »
0 – 30 »
0 – 60 »
0 – 120 »
0 – 300 »

REPRESENTANTES:

C. SANTOS LDA.

29, AVENIDA DA LIBERDADE, 41 — LISBOA

DIVISÃO MARÍTIMA E TÉCNICA
T. DA GLÓRIA, 17—LISBOA
160, R. STA. CATARINA, 168—PORTO

EMPILHADORES DE GARFO

HYSTER

PARA CARGAS DE **450** A **9000** Kg.

Peça informações e uma demonstração ao agente exclusivo

SMEIA

SOCIEDADE DE MECANIZAÇÃO INDUSTRIAL E AGRÍCOLA

S. A. R. L.

Avenida P. Manuel da Nóbrega, 8 B + Telef. 724053-4-5 + LISBOA

AGENTES EM: ALCÁCER DO SAL—BEJA—ELVAS—FARO LEIRIA—SANTARÉM E PORTO.

Fábrica Portugal

S. A. R. L.

LISBOA

MOBILIÁRIO METÁLICO

EM TODOS OS GÉNEROS

Instalações completas para :

Mobiliário moderno
para

ESCRITÓRIOS
ESCOLAS
BIBLIOTECAS

CLINICAS
HOSPITAIS
SANATÓRIOS
CINEMAS
HOTÉIS
ESPLANADAS

SALAS DE EXPOSIÇÕES :

Rua Febo Moniz, 2 a 20 — Praça dos Restauradores, 49 a 57
Avenidas da República e Elias Garcia — Rua da Graça, 82 e 84

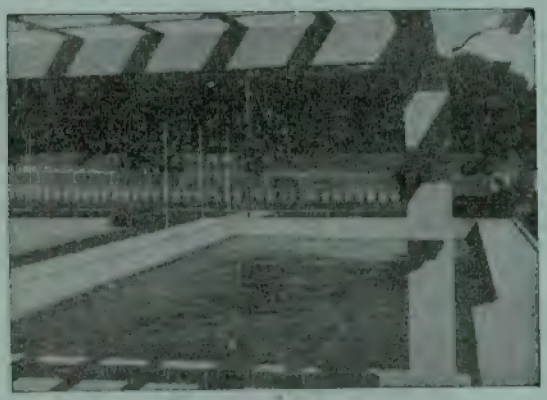
PETRIFICANTE E HIDRÓFUGO

À BASE DE CIMENTO

CEMPEXO

PISCINA DO HOTEL ATLÂNTICO
ESTORIL

PISCINA EM CARCAVELOS



PINTURAS

DISTRIBUIDORES EM PORTUGAL

HENRIQUES & CASTRO, Lda.

AVENIDA CONDE DE VALBOM, 96 LISBOA

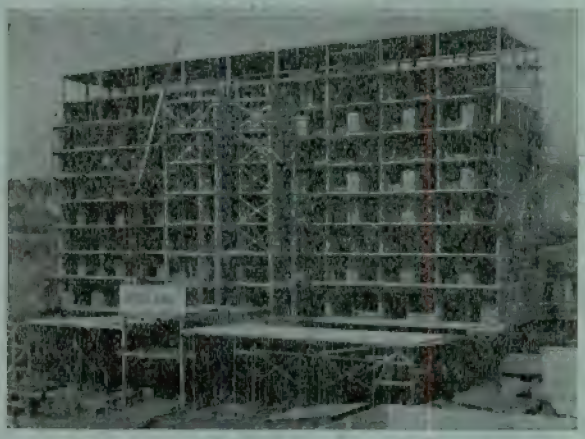
TELEF. 775057-775058

CONSTRUÇÕES TÉCNICAS, L.DA

PRAÇA DO MUNICÍPIO, 13, 3.º

LISBOA

Telefone 22344



Edifício em Luanda para Cirilo & Irmão, L.da

Estrutura de betão armado. Pavimentos e cobertura de vigotas de betão armado, pré-fabricadas, sistema «BISÃO».

FUNDAÇÕES

BETÃO ARMADO

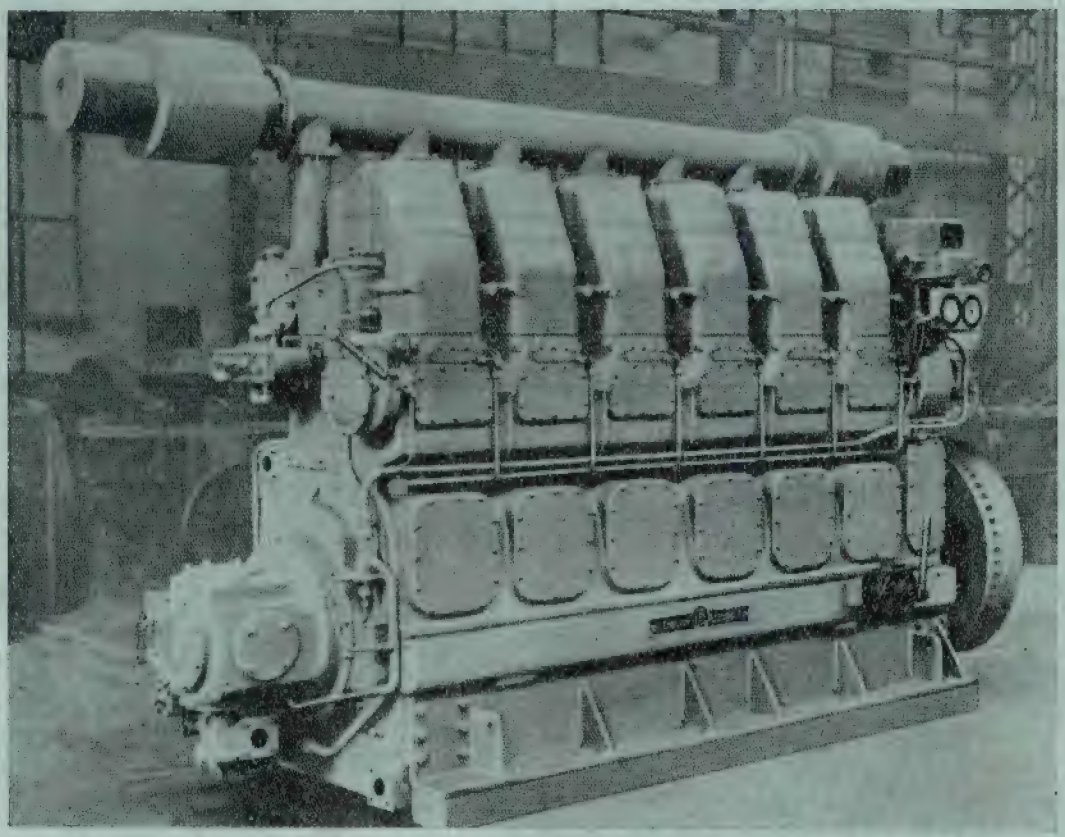
OBRAS PÚBLICAS

Motores Diesel e de combustível duplo

'ENGLISH ELECTRIC'

DESDE 165 HP A 2000 HP

- PARA FINS INDUSTRIAIS
- TRACÇÃO
- MARÍTIMOS



THE ENGLISH ELECTRIC COMPANY LIMITED

Fábricas em: **Stafford, Rugby, Preston, Bradford e Liverpool**

•

Representantes exclusivos para Portugal e África Ocidental Portuguesa:

MONTEIRO GOMES, LIMITADA

Sede: Rua Cascais, 47 (Alcântara) — LISBOA

Sucursais: PORTO, BEJA, VILA FRANCA DE XIRA e LUANDA

A Construtora Moderna, L.da

CONSTRUÇÕES METÁLICAS
ESTRUTURAS METÁLICAS
HANGARES — MATERIAL FERROVIARIO

Reservatórios para:

GASOLINAS E ÓLEOS
FORNOS PARA CIMENTO
PONTES — SOLDADURAS, ETC.

Sede e Fábrica:

AVENIDA DA ÍNDIA — PEROUÇOS — LISBOA

Telefones P. P. C. 3 linhas 61 01 41/42/43

AUGUSTO CAVACO
ENGENHEIRO

SONDAGENS
FUNDAÇÕES
CAPTAÇÕES DE ÁGUA
REBAIXAMENTOS
DE NÍVEIS AQUÍFEROS

RUA RODRIGO DA FONSECA, 62-4.º D. · LISBOA · TELEF. 5 3873

SONDAGENS RÓDIO, L.DA
LISBOA
RUA S. MAMEDE AO CALDAS, 22, 3.º
Telefones: 2 8685 - 2 6865 ✦ Telegramas: SETANSOL

RÓDIO

SONDAGENS GEOLÓGICAS
ESTUDOS GEOTÉCNICOS
ESTACAS GUNITA
CAPTAÇÃO DE ÁGUAS
CONGELAÇÃO DO TERRENO
IMPERMEABILIZAÇÃO DE OBRAS HIDRÁULICAS
CONSOLIDAÇÃO DE FUNDAÇÕES
ABAIXAMENTO DO LENÇOL DE ÁGUA

—//—

Sócio gerente: **Walter Weyermann**-Eng. civil

Sociedade Metropolitana e Colonial de Construções, L.da

SOMEC

R. Andrade Corvo, 29, 1.º — Lisboa Telefone 32795/6

Sondagens
Fundações
Betão armado
Trabalhos marítimos
Túneis

no Continente e Ultramar

CIMENTO TEJO

FÁBRICA EM ALHANDRA

Fábrica com quatro linhas de fabrico

sendo uma delas das mais modernas da Europa

Para obras hidráulicas e de responsabilidade preferir o

CIMENTO TEJO

Companhia «Cimento Tejo»

Rua da Vitória, 88-2.º — Telef. 28953 — LISBOA

LEACOCK (LISBOA), L.DA

AV. 24 DE JULHO, 16 — LISBOA

R. JOSÉ FALCÃO, 185 — PORTO

SECÇÃO DE MÁQUINAS E ELECTRICIDADE

REPRESENTANTES DE:

THE RAWLPLUG COMPANY, LTD.
Material de fixação para construção civil e mecânica.

HOOVER, LTD.
Motores eléctricos desde 1/8 até 3/4 H. P., Monofásicos e Trifásicos.

J. A. CRABTREE & CO. LTD.
Material para instalações de luz: interruptores, fichas, tomadas, etc.
Material para instalações de força: arrancadores, disjuntores, caixas, etc.

TRANSFORMERS & WELDERS, LTD.
Transformadores de todos os tipos até à potência de 3000 K. V. A. e até à tensão de 33000 Volts.

BARTON CONDUITS, LTD.
Tubo de aço para instalações eléctricas.

EDWARD MAC BEAN & CO. LTD.
Tubo, fita e pano de tela envernizada.

MEASURING INSTRUMENTS (PULLIN), LTD.
Amperímetros, Voltímetros, Frequencímetros, Wattímetros de todos os tipos e escalas.

THE AUTOMATIC COIL WINDER AND ELECTRICAL EQUIPMENT CO, LTD.
Osciladores, capacímetros, texts universais, texts electrónicos, analisadores de válvulas, luxímetros, expositores para fotografias.
Máquinas para bobinar e enfitar.

GEORGE KENT
Contadores de água, de vapor e de óleo.
Tubos Venturi
Determinadores e controladores do pH, do CO_2 e pirómetros pelo processo potenciométrico.
Combustiómetros, manómetros, registadores de distâncias, medidores-registadores de caudais, medidores de orifícios em condutas para gases.

THORN ELECTRICAL INDUSTRIES, LTD.
Luz fluorescente e rádios.

ELECTRIC PANELS, LTD.
Aquecimento eléctrico

OERLIKON

Máquinas e aparelhos eléctricos de todo o género

Grupo de alternadores de 13.000 e 6.500 kVA, 750 rot/min. na central de Fätschbach, Glaris (Suíça), da Nordostschweiz Kraftwerke A. G., Baden.

P. BELLASI

Rua Sá da Bandeira, 494-3.º • Telefone 21968 • PORTO

Representante geral para Portugal e Ultramar dos

ATELIERS DE CONSTRUCTION OERLIKON • ZURICH 50 • (SUÍÇA)

TÉCNICA

DIRECTOR: CARLOS MANUEL DE MEDEIROS PORTELA
ADMINISTRADOR: RICARDO MANUEL SIMÕES BAYÃO HORTA

Ano XXXII - N.º 277 Dezembro de 1957

C. D. 621.3:338. 924 (469)

CAMPOS DE ACÇÃO DA ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA

PELO ENG.º ELECT. ANTÓNIO A. DE CARVALHO FERNANDES
Prof. do I. S. T.

Palestra proferida na Sessão Inaugural da Semana de Recepção aos novos Alunos

Senhor Ministro da Educação Nacional
Senhor Director-Geral do Ensino Superior e das Belas Artes
Senhor Reitor da Universidade Técnica
Senhor Director
Senhores Professores
Meus caros Alunos

Solicitou a Associação dos Estudantes a minha colaboração, nesta Semana de Recepção aos novos Alunos, para pronunciar algumas palavras que transmitissem, aos jóvens que agora iniciam os seus estudos na nossa Escola, ideias sobre a preparação escolar que vão receber ou sobre a vida profissional que os espera depois de terminarem os seus cursos.

As actividades da nossa Associação mereceram-me sempre o maior carinho, a organização desta Semana de Recepção parece-me francamente de grande interesse e aqui me têm a fazer considerações sobre um tema que designei de «Campos de acção da Engenharia Electrotécnica». Este tema é, em si, bastante mais limitado do que a ideia original da Associação e, por isso, me pareceu oportuno fazer, em geito de introdução, alguns comentários sobre Engenharia e Indústria; em qualquer caso, que me desculpem os estudantes pela limitação do tema que escolhi. Este ainda se me afigura, contudo, tão vasto que não terei outra possibilidade senão tratá-lo com ligeireza, focando apenas alguns pontos que me parecem de maior interesse para os novos estudantes de Engenharia.

A estes jóvens desejaria, antes de mais, dirigir palavras de saudação, quer em meu nome pessoal, quer na medida em que possa, neste momento, representar esta Escola. Faço-o com prazer e com uma certa emoção, ao sentir a esperança de novos valores que cada geração de Alunos traz à nossa Escola e ao nosso País. Neste ambiente festivo de camaradagem que a «Associação» tão bem tem sabido desenvolver, desejo-vos, cordialmente, Boas Vindas.

E desejo-vos uma Vida Escolar frutuosa e alegre e, para depois, uma Vida Profissional bem sucedida e feliz.

1. Engenharia e Indústria

O português é, de sua natureza, empreendedor e ansioso de novidade. E, talvez por isso, às nossas Escolas de Engenharia nunca faltou frequência e, antes pelo contrário, essa frequência tem aumentado progressivamente. Houve mesmo ocasiões, à roda de 1950, em que os engenheiros

formados nas nossas Escolas eram francamente em excesso em relação à procura no nosso País e mesmo hoje, em que a situação é já nìtidamente melhor, há ainda alguns engenheiros a trabalhar em campos estranhos à Engenharia.

A tendência presente é, contudo, de aumentar a procura de engenheiros. Este facto, que se verificava acentuadamente nos países mais desenvolvidos tecnològicamente que o nosso, desde há mais de 10 anos, começa agora a verificar-se entre nós. E porquê, esta desfasagem em atraso? Sobretudo porque a procura de engenheiros acompanha, em geral, o desenvolvimento industrial e este só agora começa a verificar-se nìtidamente no nosso País.

O problema do desenvolvimento industrial e, com ele, o do progresso técnico e científico e o do desenvolvimento económico, tem sido tratado em orações brilhantes, por ilustres professores deste Instituto. Ouso referir, de entre estas, as conferências feitas aqui, na nossa Escola, pelos grandes professores que são os Engenheiros Dr. Francisco de Paula Leite Pinto, Daniel Vieira Barbosa, José Ferreira Dias, Alberto Abecassis Manzanares e Adrião Sequeira. A «luta» pelo nosso desenvolvimento industrial tem, efectivamente, sido travada em muitos sectores e é de louvar o esforço que a Governação tem feito nos últimos anos. Mas luta, perguntarão os Alunos, contra quê e contra quem? Contra a nossa falta de tradição industrial, contra as limitações de mercado nacional e, eventualmente, internacional para os nossos produtos, contra a natural desconfiança nos investimentos de capital em empreendimentos industriais; mas, talvez mais importante que as mencionadas, a luta contra os velhos do Restelo, contra a ideia preconcebida de que somos um país agrícola, contra a apatia de muita gente pelo nosso desenvolvimento industrial.

O problema das matérias primas tem sido muito debatido. Que a disponibilidade local de matérias primas não é essencial para o desenvolvimento da Indústria foi provado exaustivamente pelo Prof. Ferreira Dias. E não resisto a repetir agora as seguintes palavras que ele proferiu em Março de 1952 e que ilustram a posição de um país altamente industrializado em relação às matérias-primas que importa em abundância para a sua indústria metalo-mecânica:

«... a Inglaterra trabalha o cobre da Rodésia, o minério de ferro da Espanha ou do Norte de África, o alumínio do Canadá, o volfrâmio de Portugal, o manganés da Índia, o estanho da Malásia. Se a Inglaterra vivesse hoje exclusivamente das suas matérias primas seria um país de pastores a tocarem gaita de foles».

Apesar das nossas limitações, começa agora a verificar-se, como dissémos, um desenvolvimento industrial apreciável no nosso *País*.

Esse desenvolvimento implica a existência de condições que lhe são indispensáveis: disponibilidade de energia eléctrica nos locais de utilização — o que significa a existência das grandes centrais e linhas de transporte e distribuição; e disponibilidade de mão de obra nos diferentes escalões técnicos e científicos — só possível com a existência de escolas e centros de investigação.

E é do conhecimento geral o esforço que nos últimos anos tem sido feito no domínio da energia e as medidas notáveis que estão a ser tomadas pelo Ministério da Educação Nacional na criação de novas escolas e centros de estudos e na reorganização das escolas existentes.

De entre as indústrias básicas, as indústrias químicas, sobretudo as que visam o mercado agrícola, a indústria da celulose, a metalurgia do cobre, a construção naval, as indústrias metalo-mecânicas são hoje notáveis realizações entre nós. Também a siderurgia está agora em vésperas de realização.

No campo da Engenharia Electrotécnica, há já indústrias apreciáveis de fabricação de material eléctrico; os isoladores eléctricos para as linhas de alta e baixa tensão são de fabrico nacional; transformadores e aparelhagem de protecção para sub-estações são já fabricados em Portugal; Motores eléctricos de pequena e média potência são hoje, entre nós, de fabricação corrente. Também condutores e cabos eléctricos, quer para transporte de energia quer para telecomunicações, se fabricam em Portugal. E, no domínio da Electrónica e das Telecomunicações, existem hoje fábricas activas no nosso País.

O que temos, contudo, no sector industrial, é ainda muito pouco em relação ao que podemos e devemos conseguir. As indústrias existentes precisam ser desenvolvidas e, nalguns casos, reorganizadas. Outras indústrias precisam ser criadas e protegidas na sua fase inicial. Há tantos produtos que se importam e podiam, efectivamente, ser fabricados em Portugal, em boas condições técnicas e económicas!

Todas estas considerações sobre o desenvolvimento industrial vêm a propósito do campo de acção dos nossos engenheiros e da ligação íntima que existe entre a Engenharia e a Indústria. Com efeito, nos países com desenvolvimento industrial acentuado, os engenheiros destinam-se, na sua maior parte, à Indústria ou às actividades científicas que lhe estão ligadas. E eu desejaria formular o voto de que o desenvolvimento industrial no nosso País se acentue cada vez mais numa base de progresso tecnológico que é indispensável à Economia Nacional. Veremos então que o número de engenheiros que agora se formam nas nossas Escolas se torna insuficiente. E será, certamente, com entusiasmo que as Escolas de Engenharia aumentarão a sua capacidade e ajustarão os seus cursos às necessidades crescentes da Indústria.

2. Campos de acção da Engenharia Electrotécnica

Há, provàvelmente, de entre os novos Alunos, alguns que tenham já certa familiaridade com actividades de Engenharia; mas é também de esperar que muitos tenham da Engenharia apenas uma ideia relativamente vaga. Alunos haverá que, com maior ou menor fundamento, decidiram já que especialidade vão cursar; outros, porém, estarão ainda hesitantes a este respeito. Em qualquer caso, talvez lhes sejam de interesse as considerações que vamos fazer sobre um dos ramos de Engenharia que se cursam na nossa Escola, o da Engenharia Electrotécnica.

Dos ramos clássicos da Engenharia — Civil, de Minas, Química, Mecânica e Electrotécnica — este último é, sem dúvida, o mais jovem. Com efeito, enquanto actividades que, de certo modo, se podem classificar de Engenharia, tiveram lugar nos outros ramos, desde há muitos séculos, foi só nos meados do século XIX que começou a construção das primeiras máquinas eléctricas e dos primeiros aparelhos telegráficos para utilização prática. Pode, portanto, dizer-se que a Engenharia Electrotécnica, em escala industrial apreciável, terá agora apenas cerca de um século de existência.

Deste então e até hoje se tem verificado uma certa tendência para classificar em dois campos distintos a acção da Engenharia Electrotécnica: — o chamado campo das Correntes Fortes, ou dos problemas da Energia Eléctrica em baixa frequência, e o campo das Correntes Fracas ou da Electrónica ou ainda das Telecomunicações.

A separação destes dois campos é, de certo modo, intuitiva, ainda que difícil de definir. Com efeito, no domínio das chamadas Correntes Fortes, lida-se algumas vezes com fracções de Watt; e, por outro lado, no domínio da Electrónica, trabalha-se às vezes com milhares de quilowatts. Não é, portanto, uma questão de «fraqueza» ou «fortaleza» das correntes eléctricas em jogo. Quais são, então, os factores fundamentais que caracterizam esses dois campos? Um deles, é a frequência. Enquanto que na chamada Engenharia das Correntes Fortes se lida com frequências até 50 ou 60 c/s, na Electrónica trabalha-se com frequências que vão desde zero (por exemplo nos amplificadores de C. C.) até às centenas de milhares de milhões de ciclos por segundo (na técnica das ondas milimétricas). E em que outras características se baseia a separação referida?

Na Engenharia das Correntes Fortes há, predominantemente, problemas de energia; a produção, o transporte e distribuição e a utilização da energia eléctrica; e, sempre presente, está a preocupação do rendimento das operações em jogo.

Na Engenharia das Telecomunicações ou, talvez com maior generalidade, da Electrónica, o elemento fundamental deixou de ser a energia para ser algo de mais subtil: — a informação. É a informação que se transmite na Telegrafia, na Telefonia, na Radiodifusão, na Telemedida, nos Sistemas Automáticos de Comando Industrial. Para a transmissão dessa informação, poderão ser precisas maiores ou menores quantidades de energia e, naturalmente, também neste campo se procura

o melhor rendimento possível; mas a quantidade de energia em jogo e o rendimento das operações são agora considerações de natureza secundária.

O curso de Engenharia Electrotécnica das nossas Escolas é um curso fundamental, procurando abranger a preparação necessária para qualquer dos campos referidos; dá-se, contudo, aos Alunos a possibilidade de, no último ano, seguirem cadeiras de opção de um ou do outro campo mencionados. Da experiência tida nos anos lectivo sem que a recente reforma já vigorou, parece concluir-se ter havido uma divisão equitativa dos alunos no 6.º ano. Noutras escolas, em países mais desenvolvidos tecnològicamente que o nosso, encontrámos francamente maior frequência nas cadeiras de opção de Electrónica e Telecomunicações do que nas de Correntes Fortes.

De resto, essa tendência para a Electrónica parece ser perfeitamente justificável pela vastidão dos assuntos que abrange e pelas promessas de desenvolvimento que o futuro apresenta.

E quais são, actualmente, os campos de aplicação mais importantes da Electrónica? e em que direcções se prevê o seu desenvolvimento futuro?

Telecomunicações é um dos campos, ainda hoje o mais importante. A Electrónica Industrial, englobando a Automação, é outro. As aplicações militares da Electrónica constituem ainda outro campo cuja importância é, infelizmente, bem flagrante. Outros campos são os das aplicações da Electrónica na Física Nuclear e noutras ciências.

Os sistemas clássicos de Telecomunicações são hoje já conhecidos do grande público: — as redes telefónicas e telegráficas urbanas, inter-urbanas e internacionais; as estações de Radiodifusão e de Televisão; os serviços radioeléctricos destinados à navegação aérea e marítima; as aplicações da radioelectricidade à Meteorologia, à Astronomia e a outras ciências.

No domínio da Electrónica Industrial, a Automação é uma técnica muito recente, mas que tende a desenvolver-se ràpidamente. E o que é a Automação?

A Automação consiste (*) no desempenho automático, por máquinas, de tarefas que, de outro modo, exigiriam uma cooperação activa dos sentidos, dos músculos e dos cérebros de seres humanos.

E que se pretende com a Automação? criar e utilizar novos dispositivos de comando para manobrar as máquinas de execução, para inspeccionar, e aceitar ou rejeitar, produtos nas diferentes fases de fabrico; para, nalguns casos, comandar completamente processos inteiros de produção sem qualquer intervenção de seres humanos, nem sequer na inspecção do produto fabricado.

Ligada à Automação temos a técnica, hoje já desenvolvidíssima, das máquinas de computação electrónica; e, de certo modo ainda numa fase primitiva, os famosos cérebros electrónicos, máquinas de raciocínios ainda muito limitados e de decisões ainda muito simples.

Dos outros campos de aplicação da Electrónica, o da Engenharia Nuclear tem uma importância que é desnecessário pôr em evidência.

3. A Engenharia Electrotécnica em Portugal

Tendo falado, em geral, dos campos de acção da Engenharia Electrotécnica, estou a sentir a pergunta dos estudantes sobre qual é, a esse respeito, a situação no nosso País.

Inclino-me a pensar que, entre nós, as Correntes Fortes têm ainda uma posição de preponderância; a construção das grandes centrais hidro-eléctricas e das grandes linhas de transporte, a electrificação dos caminhos de ferro são grandes obras, grandes em importância e em envergadura física o que, parecendo que não, é importante sob vários aspectos.

No domínio das Telecomunicações, os cabos — dos mais modernos tipos — que se estão a instalar, ficam enterrados e ninguém mais dará por eles; os equipamentos de transmissão e de comutação que se ligam a esses cabos são instalações modestas em envergadura física; a importância, contudo, das comunicações que esses cabos e equipamentos asseguram, é evidente.

Já as estações radioeléctricas ponto-a-ponto e as estações de Radiodifusão, que têm tido grande

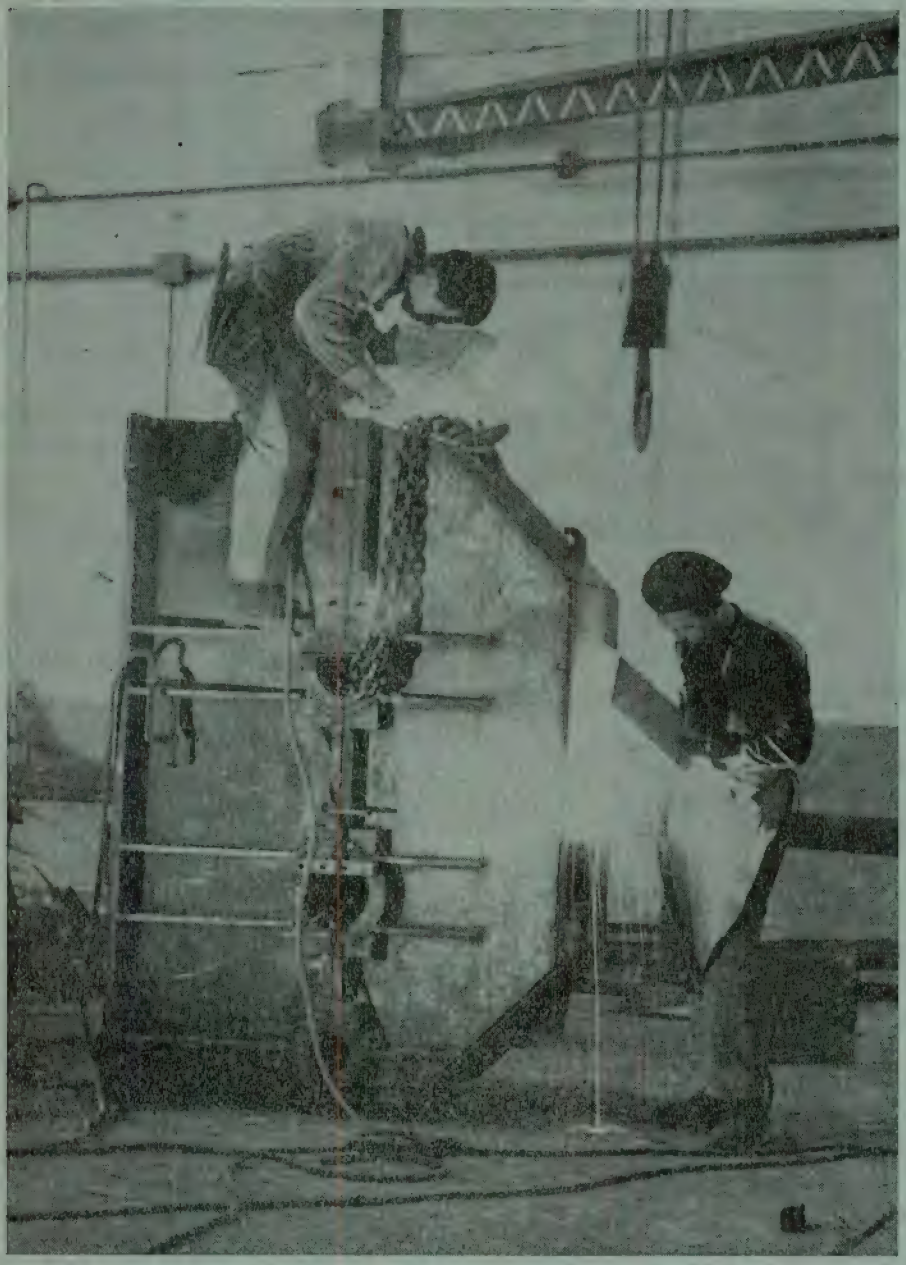
---

(*) «Electronics and the I. R. E. — 1957», Donald G. Fink; Proceeding of the I. R. E., 1957, pág. 1188.

MAGUE

S. E. MONIZ DA MAIA & VAZ GUEDES, L.DA

Alverca — Portugal



Redutor de rodas frontais de 100 CV 1500/30 R. P. M.
Soldadura da Caixa

PROJECTO E FABRICO DE

PONTES ROLANTES
GUINDASTES
GRUAS. DERRICKS E GUINCHOS
APARELHOS DE ELEVAÇÃO ESPECIAIS
CONSTRUÇÕES METÁLICAS PESADAS

Exporta:

Máquinas e instalações mineiras.

Instalações para sondagens.

Máquinas de fundição.

Instalações para elevação e transporte.

Construções de aço.

Reservatórios para petróleo.

Guindaste portuais e para estaleiros navais.

Equipamentos de soldadura.

Máquinas e instalações siderúrgicas, de laminadores, etc.

O nosso programa de exportação compreende máquinas e instalações mineiras como: **picaretas, comboiadores, perfuradores e martelos, máquinas de extracção, ventiladores,** etc.

Fornecemos aos mercados mundiais mais importantes as nossas instalações de sondagem e pesquiza, as nossas brocas e as nossas ferramentas de recuperação.

Efectuamos trabalhos para prospecção de petróleo e minérios, para furos artesianos e obras de irrigação.

Temos alcançado igualmente grandes êxitos no plano da modernização de fundições e do seu equipamento com maquinaria de que possuímos sortido completo da melhor qualidade.

Somos fornecedores de pontes rolantes, de guindastes sobre camiões, de guindastes automotores, de pontes rolantes viga, gruas portuais e de estaleiros navais, etc.

As nossas oficinas fabricam e fornecem armações de aço para a construção civil, pontes, mastros, etc.

Os geradores e maçaricos para corte e soldadura do nosso fabrico são muito apreciados.

A nossa indústria siderúrgica fornece instalações para laminadores, altos fornos, carros de transporte de escórias, de material de fundição, etc.

desenvolvimento nos últimos anos, e as estações de Televisão, que estão agora a ser instaladas, aliam à importância real uma certa imponência física.

E, no domínio da Automação, que se está a fazer em Portugal? Que saibamos há já quem, no nosso País, esteja a estudar a aplicação da Automação em processos de fabrico; e não tenhamos dúvidas que muitos casos haverá em que a Automação poderá constituir uma solução económica.

No domínio da Engenharia Nuclear, bastante se tem feito no nosso País; e, de entre os Centros da Comissão de Estudos de Energia Nuclear, há um que se dedica às aplicações da Electrónica nesse sector.

E que novas tarefas, que novas realizações, terão de encarar os jóvens estudantes de agora — engenheiros electrotécnicos de amanhã?

No campo das Correntes Fortes, a construção das grandes centrais — agora hidroeléctricas e depois nucleares — e a sua interligação com os grandes centros de consumo continuará progressivamente. A distribuição rural de energia eléctrica — hoje ainda tão escassa — terá de ser desenvolvida em larga escala.

Assegurada a produção e o transporte e distribuição, aumentará notàvelmente a utilização da energia eléctrica no nosso País. À produção, seguir-se-á o consumo pela Indústria, pela Agricultura, pelos agregados familiares. E se a tarefa da produção de energia tem sido gigantesca, as inúmeras tarefas ligadas à utilização abrangerão um campo que pela sua vastidão e interesse prático imediato, não é menos importante que o da produção.

E no domínio da Electrónica e das Telecomunicações, que novas realizações terão de enfrentar as futuras gerações de engenheiros?

Se nos lembrarmos que o índice de comunicações telefónicas no nosso País é dos mais baixos da Europa — com menos telefones, «per capita», do que nós só há, na chamada Europa Ocidental, a Grécia e a Turquia —; se considerarmos a posição geográfica dos territórios portugueses no Mundo e as inerentes necessidades de comunicações a grande distância entre esses territórios e destes com os outros países; se apreciarmos o relativamente pequeno número de receptores domésticos de Rádio e Televisão existentes em Portugal; se tivermos em consideração o estado incipiente da nossa Indústria e as possibilidades da Electrónica neste domínio; se tivermos em consideração todos estes factores, torna-se bem evidente o larguíssimo campo de acção que se apresenta aos engenheiros das gerações vindouras.

Alonguei-me já talvez demasiadamente nesta palestra e impõe-se terminar. Ao fazê-lo, desejo mais uma vez lembrar aos novos Estudantes, os Engenheiros de um futuro próximo, que os desenvolvimentos técnico e económico do nosso País caminham de mãos dadas. E citar-lhes uma frase célebre do grande economista Eng.º Araújo Correia: — «Hoje, o coeficiente de vitalidade de uma nação é medido pelo valor dos seus técnicos».

Tenho dito.

C. D. U. 621.311.5/91

Elementos sobre a produção e o consumo de energia na rede eléctrica nacional

— Elementos extraídos das estatísticas mensais do Repartidor Nacional de Cargas (R. N. C.)

NOTA: *As produções e os consumos das empresas do R. N. C. representam cerca de 91,6 % dos totais do País.*

OUTUBRO

I — Breve nota mensal

Do ponto de vista hidrológico o regime verificado foi extremamente seco. Em consequência entrou em serviço apoio térmico e foi suspenso temporàriamente o fornecimento de energia à grande indústria electroquímica não permanente.

II — Elementos gerais (GWh)

a) Mensais

	1956	1957	Variação %
Produção hidráulica (P_h) . . .	170,3	115,9	— 32
Produção térmica (P_t)	1,3	38,9	–
Produção total (P_T)	171,6	154,8	— 10
Cons. electroquímico (C_{eq}) (1)	39,2	5,8	— 85
Cons. permanentes (C_p) . . (1)	125,0	140,4	+ 12
Consumo total (C_T) . . . . (1)	164,2	146,2	— 11

b) Acumulados desde 1 de Janeiro de 1957

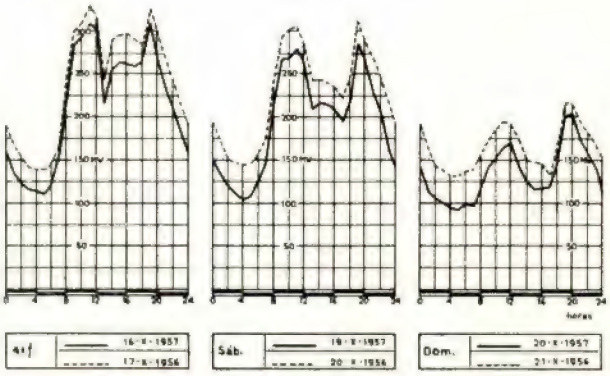
	1956	1957	Variação %
Produção hidráulica (P_h) . . .	1617,1	1574,4	— 3
Produção térmica (P_t)	4,9	90,6	–
Produção total (P_T)	1662,0	1665,0	+ 3
Cons. electroquímico (C_{eq}) . (1)	389,3	272,4	— 30
Cons. permanentes (C_p) . . . (1)	1173,7	1308,3	+ 11
Consumo total (C_T) . . . . . (1)	1563,0	1580,7	+ 1

Nota:

(1) Vidé nota referente ao mês de Janeiro de 1957.

III — Diagramas de carga dos dias característicos

	4.ª feira:	
	17-10-956	16-10-957
Produção hidráulica (P_h) — MWh	3869	3700
Produção térmica (P_t) — MWh . .	0	1579
Produção total (P_T) — MWh . . .	5869	5279
Utilização da ponta (U) — horas	17,6	16,9
Factor de carga (α)	0,73	0,70
Relação $\frac{\text{Pot. mín.}}{\text{Pot. máx.}}$ (r)	0,41	0,36



IV — Energia armazenada nas principais albufeiras no fim do mês.

Albufeira	Energia armazenada	
	GWh	% (1)
Venda Nova	15,0	11,7
Salamonde	8,5	30,8
Caniçada	10,5	31,6
Guilhofrei	1,0	12,3
Lagoa Comprida	3,2	11,0
Santa Luzia	16,2	26,1
Cabril	34,0	10,0
Castelo do Bode	48,6	29,8
Pracana	1,1	9,0
Póvoa	4,0 (2)	21,1
Total	142,2	17,2

Notas:

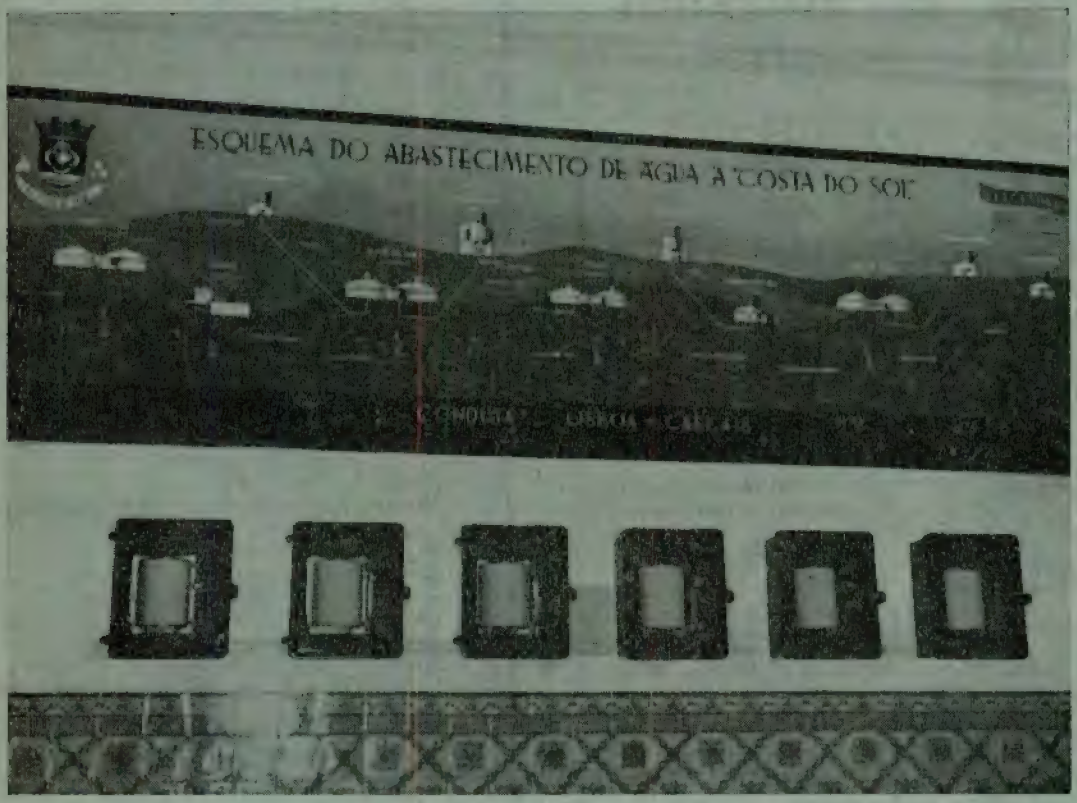
(1) Coeficiente de enchimento em energia das albufeiras, definido pela relação

$$\frac{\text{Energia armazenada}}{\text{Máx. energia armazenável}} \times 100\ \%$$

(2) Inclui 1,6 GWh armazenados no açude do Poio.

FR. RITTMEYER S. A.

Fabricantes de equipamento de controle para serviços de distribuição de água, barragens, etc.



Grupo de teleregistadores instalados na Central da Câmara Municipal de Oeiras. Esta instalação compreende emissores da medida do nível de água, dos 15 reservatórios equipados, por meio de impulsos de corrente contínua lançados através de pares telefónicos.

REPRESENTANTES:

FACTO, LDA.

R. DA MADALENA, 46-2.º — LISBOA

SAINT-GOBAIN

SAINT-GOBAIN

CLORETO DE POLIVINIL :

GOBINYLE
resinas puras

LUCOLENE
pós para moldação

LUCANOL
colódios vinílicos

LUCOFLEX
placas e barras rígidas

★

SILICONES

da S.I.S.S, fluidos, compostos, gorduras, vernizes e resinas.

★

PRODUTOS ORGÂNICOS :

Anidrido ftálico.
Acidos maleico, fumárico, sucínico, málico.
Sucinamida.
Diciandiamida.

★

AGENTE DE VENDAS :

SANTOS, MOUTA, LIMITADA

Praça do Municipio 267-5º
PORTO (tele.20895)

Rua do Instituto Industrial 18-3º
LISBOA (telef. 663196/667534)

O.P.G. Paris 5673.8.56

SAINT-GOBAIN

- 1bis, Place des Saussaies, PARIS-8e

J. B. FERNANDES & Cª, L.DA

CASA FUNDADA EM 1781

Telefones P. P. C. 32591/5

Largo de S. Julião — LISBOA

★

Sempre em "stock" aos melhores preços:

— Tubos para água, galvanizados e pretos.
— » de aço sem costura para alta pressão.
— » » » » » » vapor.
— » » » para caldeiras.
— » » largos diâmetros para poços.
— » » cobre, latão, de aço inox.
— Acessórios para tubos.
— Chapa de aço inoxidável.
— » » ferro chumbado.
— » macia super-estanhada.
— » galvanizada, lisa e ondulada.
— » de alumínio ondulada para cobert.ras
— » » ferro, fina, média e grossa.
— » » » xadrez.
— » » metal Muntz para barcos.
— » » zinco e de chumbo.
— » » aluminio.
— » » cobre.
— » » latão.
— Folha de Flandres.
— Bronze fosforoso de fundição centrifugada em casquilhos e cavilhas.
— Bronze manganês para veios.
— Metal antifricção inglês.
— Arco galvanizado para vazilhame.
— Barramento de ferro em todos os perfis.
— Arco de tanoeiro.
— Arames vulgares, de ferro e zincados.
— Arames de aço inoxidável, de bronze, latão e cobre.
— Ferramentas «BELZER», nas mais modernas concepções para a indústria.
— Brocas, Mandris, Machos e Buchas marca «MAY».
— Solda de todos os tipos para metais ferrosos e não ferrosos.
— Cabos de aço e inoxidável.
— Correntes de ferro e de aço.
— Aparelhos diferenciais.
— Aparelhos eléctricos, de furar, ventoinhas, esmeriladoras, etc.
— Guilhotinas e saca-bocados.
— Macacos hidráulicos.

VASTÍSSIMO SORTIDO DE:
FERRAMENTAS, AÇOS,
FERRAGENS E METAIS

Lingotes de Bronze / Latão
Cobre-fósforo / Zinco / Estanho
Chumbo / Antimónio, etc.

CUTILARIAS DAS MELHORES MARCAS

ARTIGOS DOMÉSTICOS

C. D. U. 627.8.09 (81)

O PANORAMA HIDROELÉCTRICO NO QUADRO DO DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL BRASILEIRO [1]

POR J. LAGINHA SERAFIM
Engenheiro Investigador
Chefe da Secção de Barragens do
Laboratório Nacional de Engenharia Civ

1 — Introdução

A convite da «Comissão Especial de Estudos do Aproveitamento do Salto-Funil, no Rio Paraíba», que tinha em curso no Laboratório Nacional de Engenharia Civil um extenso programa de ensaios relativos à barragem do mesmo nome, deslocámo-nos em Abril e Maio do corrente ano ao Brasil.

A «Comissão Especial de Estudos do Salto-Funil» foi recentemente criada pelo «Conselho Nacional de Águas e Energia Eléctrica» com o fim de estudar as condições de realização desse aproveitamento hidroeléctrico. Este Conselho é o órgão federal, directamente dependente da Presidência da República, que tem por missão decidir sobre a utilização das águas e dos recursos hidráulicos e apreciar, aprovar e, eventualmente, estudar os planos dos aproveitamentos hidroeléctricos do país.

Além da tarefa anterior quiz o Senhor Director do Laboratório Nacional de Engenharia Civil que realizássemos uma série de conferências e fizéssemos visitas de estudo a laboratórios e a obras hidráulicas. Dignou-se o Senhor Ministro das Obras Públicas aprovar esta missão. Ao apoio dado por Sua Excelência e ao interesse do Senhor Director do Laboratório aqui deixamos expresso o nosso reconhecimento.

Nos primeiros 25 dias realizámos 15 conferências e palestras em várias Escolas de Engenharia e Associações de Engenheiros e 4 discussões em «mesa redonda» em Instituições de Investigação ou similares. Após esse período pudemos realizar uma visita a obras do «Polígono das Secas», no Nordeste.

2 — Escolas de Engenharia

Durante aquele primeiro período, tivemos ocasião de visitar algumas das mais antigas e mais importantes Escolas de Engenharia do Brasil e também algumas das mais recentes e mais modestas.

Da impressão colhida somos levados a afirmar que um dos índices mais notórios do surto industrial brasileiro se colhe precisamente nos progressos verificados no ensino da engenharia.

Nas mais importantes e nas mais antigas Escolas de Engenharia, como a da Universidade do Brasil, no Rio de Janeiro, a da Universidade de S. Paulo, na cidade do mesmo nome, ou a da Universidade de Minas Gerais, em Belo Horizonte, a frequência escolar aumenta de ano para ano e dá-se um crescimento permanente das suas instalações, onde são incluídos institutos de pesquisa quer nas ciências puras quer nas ciências aplicadas, o número de especializações cresce e o corpo docente é cada vez maior e mais afeiçoado ao ensino. Em resumo, algumas destas escolas podemos nós classificar a par de muitas outras dos países mais desenvolvidos.

Por outro lado é grande o número de faculdades de engenharia de alta especialização — é o caso da Escola de Minas de Ouro Preto e a Escola de Aeronáutica de S. José de Campos.

Mas o que mais nos impressionou, e queremos aqui sublinhar, é o nascimento de várias novas Escolas de Engenharia desde 1950. Visitámos, ou tivémos conhecimento directo das seguintes: S. Carlos, no Estado de São Paulo, (fig. 1), Belém, no Estado de Pará; Campina Grande, no Estado de Paraíba; Fortaleza, no Estado de Ceará; mas

(1) Conferência pronunciada no Instituto Superior Técnico, em 14 de Novembro de 1957, durante a Semana de Recepção aos Novos Alunos.

outras, sabemos, se têm criado no último decénio. Ainda que o nível destas escolas esteja muito àquem do das melhores escolas do Brasil, como não pode deixar de ser, a atitude e os pontos de vista dos professores e dos alunos, formando verdadeiras ilhas de interesse pela técnica e pela ciência em pequenas terreolas de província, levam a considerá-las uma grande esperança, se não já uma certeza, do país. É, efectivamente, muito curioso notar como já gravitam em volta dessas escolas os interesses industriais e os planos de desenvolvimento económico das regiões onde estão instaladas.

cursos normais — dos cursos de aperfeiçoamento, de especialização, de extensão universitária e dos cursos livres dá indicação da efervescência que o progresso do Brasil está provocando no meio universitário.

3 — O surto industrial brasileiro

A economia Brasileira, que até ao primeiro quartel do século XX tinha estado dependente da exportação de poucos produtos, tendo vivido, sucessivamente, os ciclos das madeiras, da cana do açúcar, da pecuária, do ouro, dos diamantes,

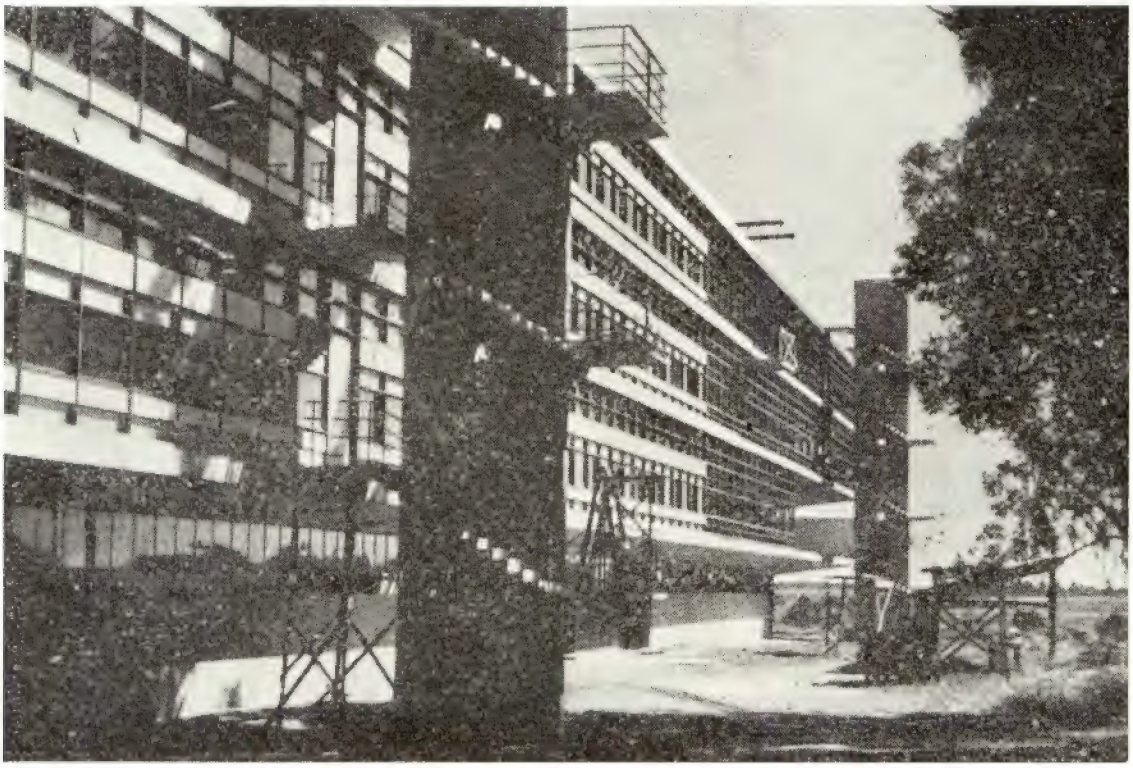


Fig. 1 — Aspecto de um dos novos edifícios da Escola de Engenharia de S. Carlos (Estado de S. Paulo).

Ainda que não pareça haver um programa totalmente definido do desenvolvimento do ensino técnico universitário em face do actual fomento industrial, o problema é sentido de tal modo que as escolas, automàticamente, digamos, vão abrindo as suas portas a uma parcela cada vez maior da juventude brasileira. O número de estudantes de engenharia que em 1954 era de 11.000 sobe agora muito ràpidamente.

Também, por outro lado, a generalização em quase todas as escolas de engenharia — além dos

da borracha e do café, começa a partir de então a caminhar para uma fase pré-industrial, a qual, após a última guerra, entrou em acentuado progresso.

Esse país, imenso, com cerca de 8,5 milhões de km^2, já hoje o mais populoso da latinidade, começa a utilizar no próprio país as suas inúmeras riquezas agrícolas e mineiras, a pesquizar sistemàticamente no seu vasto solo os produtos de que carece — como o petróleo e o carvão — e a criar todos os fundamentos para uma verdadeira

economia industrial; entre esses fundamentos destacamos a ampliação do ensino técnico universitário, a criação de instituições de investigação técnica e científica e a montagem de indústrias base.

Já referimos os aspectos da educação técnica universitária que mais nos impressionaram. Agora queremos mencionar alguns pormenores do desenvolvimento industrial brasileiro dos quais tivémos conhecimento. Justificamos o nosso interesse pelo assunto pela influência que a indústria tem na produção de energia eléctrica e portanto na construção hidroeléctrica num país com pouco carvão, como o Brasil.

É hoje evidente, ao permanecer nas principais cidades do Brasil, que o ritmo da actividade industrial as empolga. São Paulo é uma cidade que nos enche de orgulho. Com os seus 3,5 milhões de habitantes, a primeira cidade do Brasil dá-nos toda a sensação duma grande cidade americana mas onde se fala o português. Os seus arranha-céus começam já hoje a ter os nomes das grandes organizações industriais. A importância relativa do café decresce. Mas o mais impressionante de São Paulo são os arredores — constroem-se enormes fábricas por toda a parte. As grandes organizações industriais mundiais, sentindo a potencialidade do mercado brasileiro e em face duma política severa de restrição de importações, ocorrem a montar no Brasil as suas instalações. São os produtos químicos e farmacêuticos, os têxteis, os produtos alimentares, os aparelhos eléctricos, os artigos domésticos, etc., a «Ford», a «Mercedes», a «General Motors», os «Wyllis», os «Wolkswagen» com novas instalações para a indústria automóvel. Acrescentamos a «Fábrica Nacional de Motores» produzindo já hoje mais de 50 °/₀ dos camions que se vendem no Brasil.

O Rio de Janeiro é mais a cidade capital de uma grande nação que atrai o visitante com as suas belezas naturais, mas no seu magnífico porto e nos arredores da «baixa de fluminense» fervilha já a actividade industrial. Transpondo a serra para o vale do Paraíba, na direcção de São Paulo, encontramos o cimento e depois a siderurgia em Volta Redonda, de que adiante se falará.

Belo Horizonte, apenas com 60 anos de idade, famosa pela beleza dos seus poentes, pela sua moderna urbanização cujo exemplo se recomenda, e pelas obras de arquitectura no parque da Pampulha, ocupa já hoje o sexto lugar entre as cidades brasileiras tendo uma população de 400 mil habitantes. A serra que lhe fica a Leste é um formidável manancial de minérios de ferro de primeira qualidade. De tal modo abundam esses minérios que nos últimos 70 km de estrada Rio-Belo Horizonte, recentemente construída, foi usada, como cascalho e inertes para o pavimento, a própria limonite das encostas. A pureza de tais minérios está dando lugar à instalação de indústrias siderúrgicas especiais, como a de tubos de aço «Manesman», próximo à cidade, começando a formar-se ao lado de Belo Horizonte uma verdadeira cidade industrial.

Recife, a capital de Pernambuco, e terceira cidade do Brasil, contando já hoje perto de 600.000 habitantes vê também começar a instalação do seu parque industrial. Visitámos aí a moderna fábrica da «Fosforita de Olinda S. A.» onde se irão enriquecer os fosfatos sedimentares marinhos recentemente descobertos.

Mas vamos descrever resumidamente as nossas impressões sobre algumas indústrias base: o aço, o petróleo e o cimento. Adiante referiremos com pormenor a da electricidade. O facto de só mencionarmos tais indústrias não quere dizer que outras, também igualmente importantes, não estejam em franco progresso, como a indústria extractiva mineral, e as do papel, da borracha, dos produtos têxteis, farmacêuticos, alimentares, etc., mas entendemos limitar aí o nosso campo de interesse.

Tivemos a felicidade de nos ser proporcionada uma visita de um dia a Volta Redonda. No decorrer da nossa permanência no Brasil outros elementos nos foram chegando e outros contactos fomos tendo que nos permitiram apreciar o esforço do Brasil no domínio da *produção de aço.*

Ao iniciar o século possuia já o Brasil um alto forno, mas em 1930 o seu número subia para onze, funcionando todos a carvão de madeira mas produzindo mais de 25.000 t de laminados — um pouco menos de 10 °/₀ do consumo total nesse ano. Pertenciam na sua maior parte à «Empresa Belgo-Mineira» durante muitos anos o único produtor importante de aço do país.

As Escolas de Engenharia, especialmente a de Minas de Ouro Preto, a da Universidade de Minas Gerais e a da Universidade de São Paulo e ainda o Estudo de Pesquisas Tecnológicas,

onde os problemas técnicos e científicos da siderurgia vinham sendo estudados, deram enorme apoio à actividade que então se inicia para a autosuficiência na produção de aço. Finalmente, em 1941, foi criada a Comissão do Plano Siderúrgico que coroou os seus trabalhos com a instalação da fábrica de Volta Redonda (fig. 2) onde se produz ferro e aço da melhor qualidade. Nessa instalação existem dois altos fornos (fig. 3) funcionando com coque siderúrgico com uma produção já superior ao milhão de toneladas de ferro por ano, o que tem permitido ao Brasil suprir quase completamente as suas necessidades. Em 1955 a produção de laminados andou próximo das 500.000 t e a de folha de Flandres foi à volta das 100.000 t.

Fig. 2 — Vista parcial das instalações fabris de Volta Redonda, pertencente à Companhia Siderúrgica Nacional.

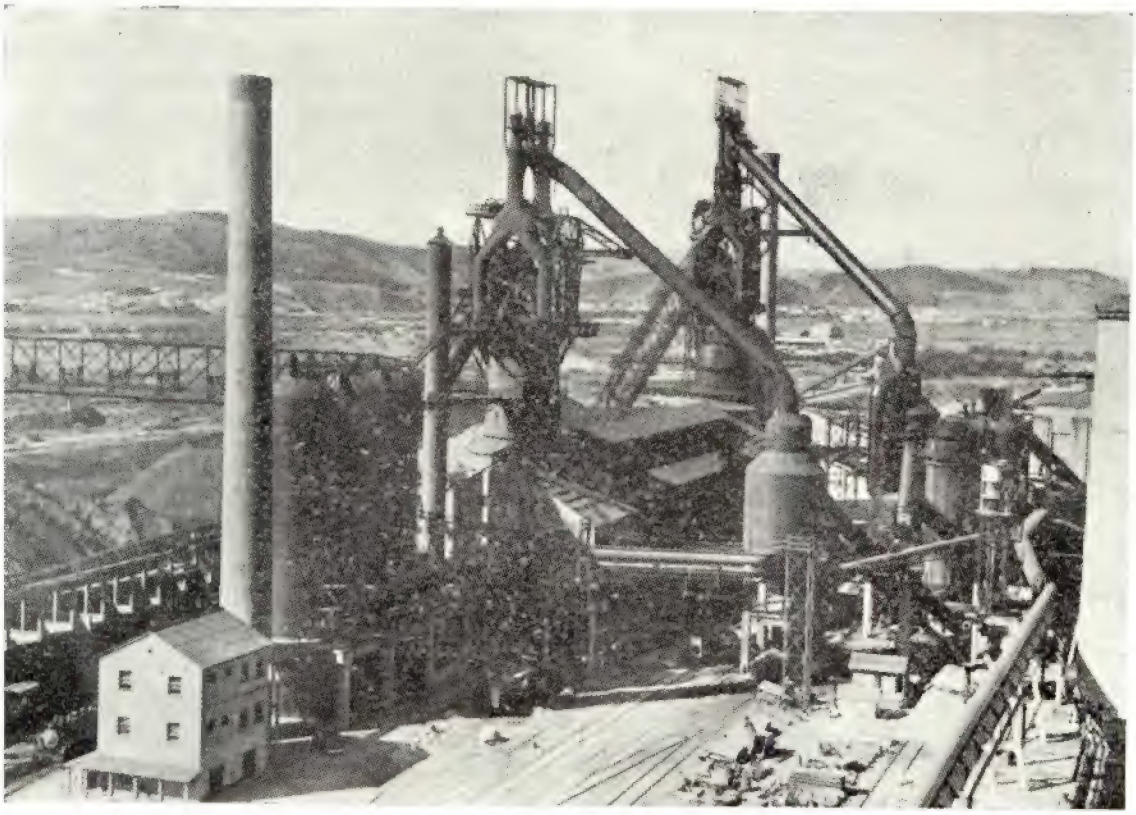


Fig. 3 — Vista conjunta dos dois altos fornos de Volta Redonda.

As figs. 4 e 5 mostram alguns aspectos dessa magnífica instalação funcionando hoje exclusivamente com técnica e capitais brasileiros.

Quando Volta Redonda foi projectada estima-

va-se que o consumo de aço do Brasil, em 1950, seria de 600.000 t. A nova fábrica produziria 350.000 t completando-se a restante com a contribuição das outras fábricas. Porém, ao chegar a 1950, o panorama foi inteiramente diverso. O país produziu quase 800.000 t e importou 290.000, isto é, consumiu pràticamente o dobro do previsto.

Além da «Companhia Siderúrgica Nacional» (Volta Redonda) existem outros produtores importantes de produtos siderúrgicos. No estado do Rio existem ainda as instalações de «Barbará» e da «Siderúrgica da Barra Mansa», esta última ao lado de Volta Redonda e produzindo aços especiais utilizando o carvão de madeira; em São Paulo, a «Mineração Geral do Bra-

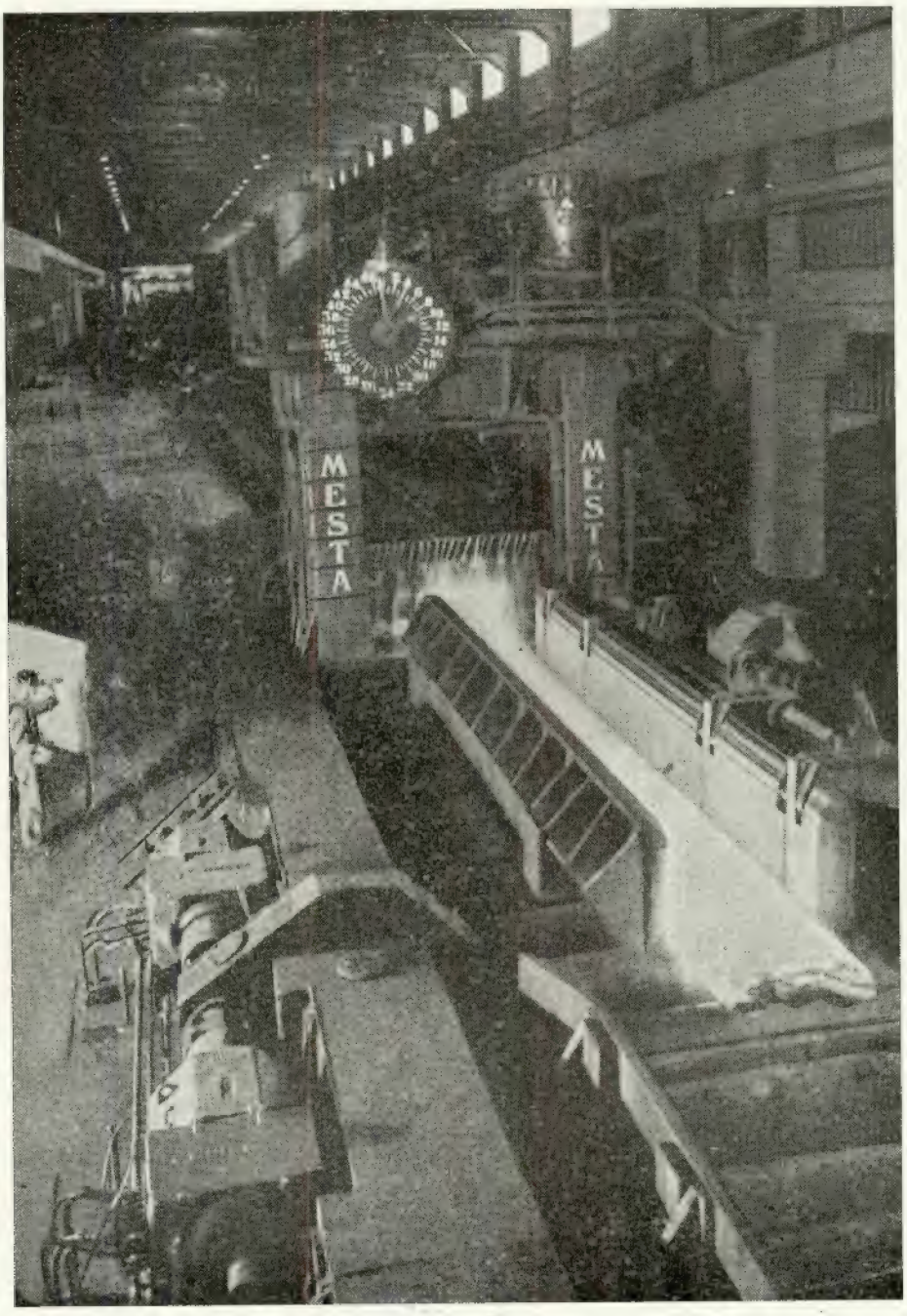


Fig. 4 — Passagem de um lingote no laminador.

sil» e, em Minas Gerais, a fábrica de tubos «Manesman» e a «Empresa Belgo-Mineira», ainda hoje o segundo produtor do Brasil. Outros produtores actuais de aços especiais são as empresas «Acerita» e «Aços Vilares».

Deste modo a produção total de aço em lingotes ascendeu em 1955 a perto de 1.200.000 t das quais 665.000 em Volta Redonda.

Refiramos agora a *indústria do petróleo*. É conhecida a intensa actividade que o Brasil vem desenvolvendo nestes últimos anos em matéria de prospecção, extracção e refinação de petróleo. Com a criação, em 1953, da «Petrobrás» o país deu uma demonstração de maturidade económica e provou a sua capacidade empreendedora. Ficou assim atribuída a essa empresa, com grande

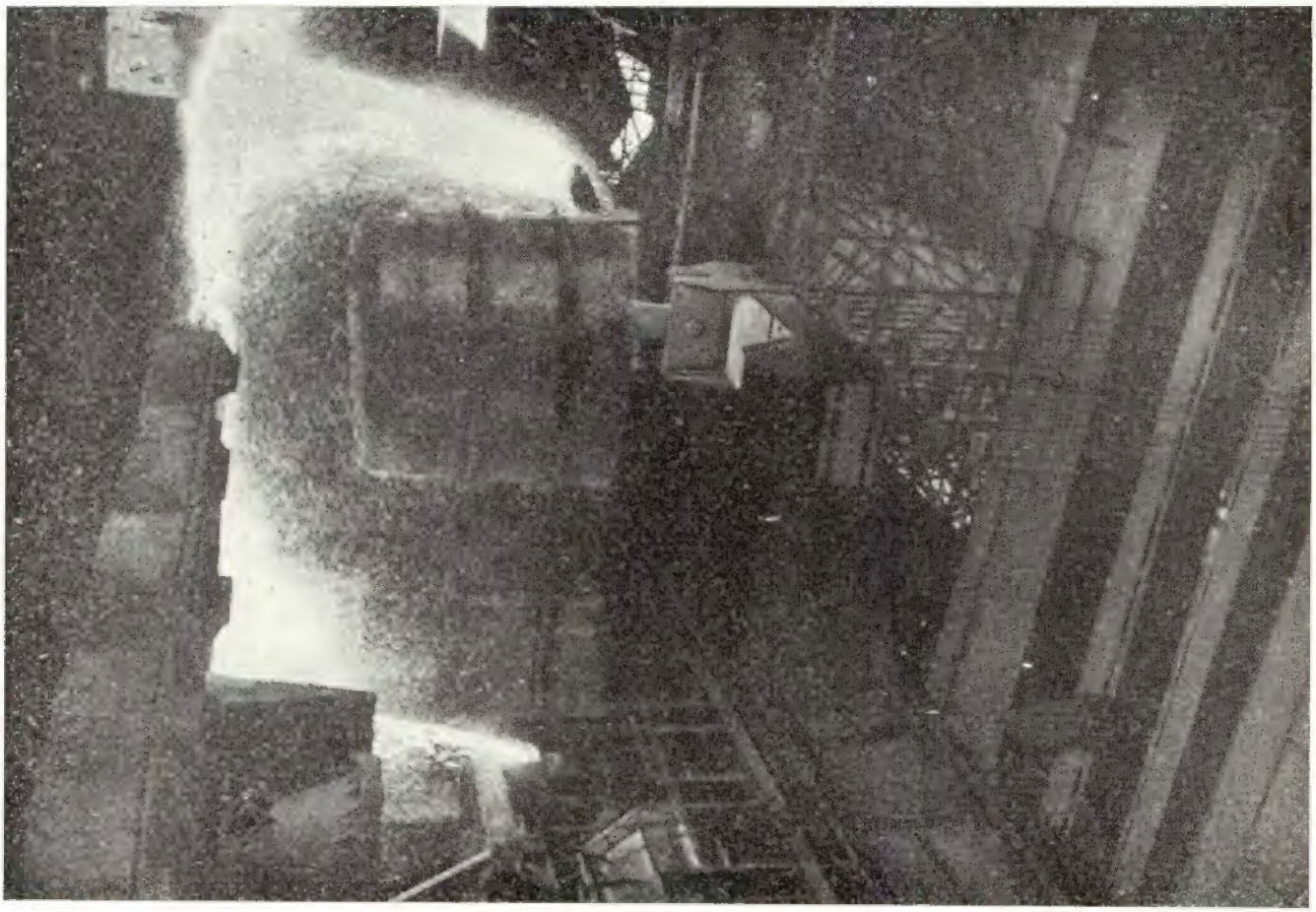


Fig. 5 — Uma corrida de aço em Volta Redonda.

Em face da tendência para o aumento do valor das importações de aço que, mesmo com tal produção, se vem notando, estão já programados não só novas instalações da «Companhia Siderúrgica Nacional» e da «Empresa Belgo-Mineira» mas também a criação de outras companhias. Por exemplo a «Companhia Siderúrgica Paulista (Cosipa)» tem por objectivo produzir anualmente, numa primeira fase, cerca de 260.000 toneladas de chapa, especialmente a chapa fina destinada à indústria automobilística, como vimos, em franco progresso.

comparticipação governamental, toda a actividade nos vários domínios da indústria do petróleo, com excepção das refinarias e petroleiros já existentes. Actualmente estão em prospecção, ou já em exploração, poços na bacia Amazónica, especialmente em Nova Olinda, no Reconcavo Baiano, na bacia do Maranhão e em Alagoas, Paraná e São Paulo. Só na Amazónia começaram a ser perfurados, em 1957, quatro novos poços multiplicando-se por toda a parte a actividade de geólogos e das equipas de ensaios geofísicos (do tipo sísmico) da «Petrobrás». Em 1955 pro-

duziram-se dois milhões de barris, em 1956 mais de 4 milhões, tendo a produção diária, em meados de 1957, andado pelos 30 mil barris.

Estão hoje em funcionamento quatro grandes refinarias: a do Cubatão, perto de Santos, montada em 1954 e que já em 1955 refinava mais de 50.000 barris de petróleo bruto por dia, a de Materipe, na Baía, para 5.000 barris diários, ambas pertencentes à «Petrobrás» e, finalmente, a de Capuava, no Estado de São Paulo, e a de Manquinhos, no Rio de Janeiro, pertencentes, estas duas últimas, a empresas privadas brasileiras anteriores à «Petrobrás», refinando a 1.ª 20.000 e a 2.ª 10.000 barris por dia.

A *indústria brasileira de cimento* tem feito um progresso notável para atender a extraordinária procura de cimento em todos os cantos do país. Com o aumento crescente da sua produção, que em 1954 atingia já 2,5 milhões de toneladas e em 1955 perto dos 4 milhões de toneladas, o país vê reduzir as suas importações, aliás já muito pequenas nesses anos.

A descrição das fábricas de cimento e suas características, assim como a inumeração doutros dados sobre essa indústria, seria talvez fastidiosa e sem grande oportunidade. No entanto, queremos referir que os industriais brasileiros de cimento se encontram há 20 anos reunidos na Associação Brasileira de Cimento Portland, congénere da bem conhecida P. C. A. americana. Esta Associação tem por missão promover os conhecimentos sobre o cimento e fomentar a sua utilização e, como tal, tem contribuído de modo muito meritório para a divulgação, no Brasil, de estudos sobre cimentos e betões e sobre betão armado. Obras de primeiro plano nesta matéria, como o tratado do Prof. Telemaco van Langendonck da Escola de Engenharia da Universidade de São Paulo, têm sido impressas sobre os auspícios da Associação.

4 — Recursos hidráulicos Brasileiros

À falta de recursos carboníferos de boa qualidade e em face duma eventual abundância de petróleo — porém parcialmente desconhecida — o Brasil olha hoje com todo o interesse para a sua riqueza imensa em energia hidráulica. Efectivamente, nesse capítulo, pelo que se sabe, parece ocupar o quarto lugar no mundo sendo apenas ultrapassado pelo Canadá, Estados Unidos e Rússia. O potencial conhecido é estimado em 20 milhões do kW distribuído pelas oito regiões ou bacias que se apresentam na fig. 6. Cerca de metade desse potencial situa-se na bacia do Paraná e apenas 4 milhões na bacia do Amazonas.

A nossa deslocação ao Brasil permitiu-nos contactar com algumas das personalidades responsáveis pelo aproveitamento desses recursos energéticos tendo-nos sido permitido recolher alguns elementos que permitem fazer uma ideia das principais obras realizadas e em projecto.

Antes de entrar numa descrição dessas obras será interessante apreciar alguns elementos sobre a actual produção de energia. Apesar do enorme potencial hidráulico atrás apontado, a produção do Brasil não ultrapassou em 1955 os 15 mil milhões de kWh, com os índices «per capita» de 118 kWh/hab. e por ano em 1950 e 250 em 1955. Note-se porém que, nas regiões industrializadas, os índices em 1955 sobem para os 500 kWh nos estados ao Sul do Rio de Janeiro, atingindo mesmo 1.000 kWh/hab. por ano na região do Rio e São Paulo. Aquela baixa capitação deve-se portanto às imensas regiões a Norte e a Nordeste do país, onde, pode dizer-se, os benefícios da electricidade ainda são pouco conhecidos das populações. Se há países do Mundo que tenham sentido fortemente a falta de energia eléctrica e onde o consumo se sinta francamente restringido pela capacidade de produção, um deles é certamente o Brasil. São conhecidas de todos as permanentes dificuldades do Rio e São Paulo onde foi frequente subir 20 andares por escadas porque não havia corrente para fazer funcionar os elevadores. No entanto, entre 1950 e 1955 a produção subiu de 87,3 % e, além disso, o factor de utilização dos sistemas eléctricos subiu do número já muito elevado de 48,3 % em 1950, para 55,6 % em 1955, isto é, mais de metade do número de horas por ano, *de todas as máquinas*, a plena potência!

A fig. 7 indica o crescimento da potência necessária, estimado em 1955, mas que o último ano já mostrou ser pequeno.

Até hoje a indústria de electricidade no Brasil está a cargo, principalmente, de empresas privadas que controlam ainda cerca de 80 % da capacidade. No entanto, as limitações feitas aos lucros desta indústria têm obrigado à formação

Fig. 6 — Principais bacias hidrográficas do Brasil.

de grandes empresas em que a participação governamental é a mais importante.

Os maiores produtores brasileiros podem juntar-se em seis grandes grupos cujas produções aproximadas, em 1955, se indicam a seguir:

Grupo «Brasilian Traction» (Companhia de Luz e Força do Rio, Ld.ª e São Paulo Light, Co.) . . . . . $7{,}39 \times 10^9$ kWh

Grupos das «Empresas Eléctricas Brasileiras» (10 empresas subsidiárias da American Foreign Power Co.) . . . . . $1{,}54 \times 10^9$

Grupo Central Eléctrica do Rio Claro (3 empresas) . . . . $0{,}06 \times 10^9$

Centrais Eléctricas de Minas Gerais (CEMIG) . . . . . $0{,}12 \times 10^9$

Companhia Hidro-Eléctrica do S. Francisco . . . . . $0{,}94 \times 10^9$

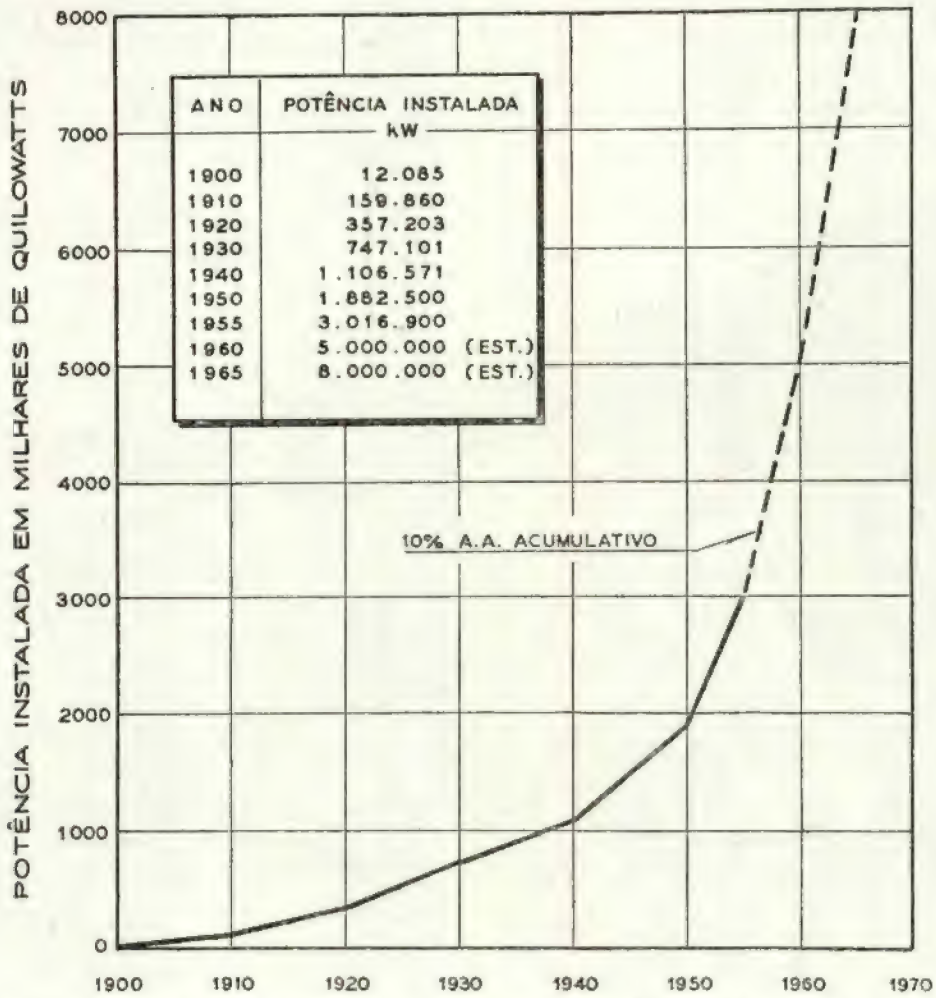
Grupo das restantes empresas . . $0{,}94 \times 10^9$

Pode dizer-se que até hoje ainda não se tornou evidente o maior crescimento das instalações hidráulicas relativamente às térmicas, pois, sendo em 1940 a relação entre a potência hidráulica e a térmica de 4,3 para 1 (1.000 MW para 234 MW), era em 1945 de 4,1 (1.079 para 262 MW), em

1950 de 4,4 (1536 para 346 MW) e em 1955 de 3,7 (2.048 para 657 MW), isto é, apesar de todo o esforço na construção hidroeléctrica tem sido mais rápido o crescimento da potência térmica que da hidráulica.

ou previstas. Não teremos, evidentemente, a pretensão de as apresentar todas mas só aquelas que visitámos ou de que colhemos informações.

a) *Obras do Grupo Brasilian Traction* — Os siste-



ANO	POTÊNCIA INSTALADA kW
1900	12.085
1910	159.860
1920	357.203
1930	747.101
1940	1.106.571
1950	1.882.500
1955	3.016.900
1960	5.000.000 (EST.)
1965	8.000.000 (EST.)

Fig. 7 — Projecção, para o período 1956 - 1965, da capacidade geradora instalada no Brasil

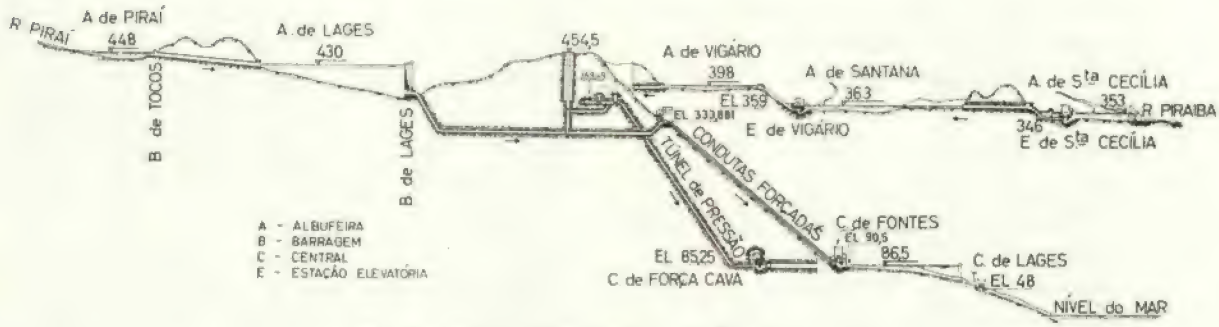


Fig. 8 — Sistema hidroeléctrico do Rio de Janeiro

Vamos passar a descrever agora as principais obras hidroeléctricas já realizadas, em construção

mas produtores que alimentam, desde há algumas décadas, as duas principais cidades do Brasil — o

Rio e São Paulo — constituem ainda hoje os mais potentes conjuntos hidroeléctricos, em serviço, desse país.

No que diz respeito ao *Rio de Janeiro* as principais centrais («Companhia Carris, Luz e Força do Rio, Ld.ª») situam-se no Ribeirão das Lajes (fig. 8) e utilizam uma queda de cerca de 350 m. A primeira, a central de *Fontes*, iniciou o seu funcionamento em 1907, ano de que data também a construção da barragem do *Ribeirão das Lajes* com a altura máxima de 32 m. Ampliações sucessivas dessa central, a construção da central subterrânea de *Nilo Pessanha* (ou Força Cava n.º 1), a sobreelevação da barragem do Ribeirão das Lajes, a instalação de centrais de bombagem, a criação do reservatório de *Piraí* permitindo trazer água da bacia do Paraíba para o reservatório das Lajes e, finalmente, a instalação da central da *Ilha dos Pombos* no baixo Paraíba, levaram, no conjunto, a potência total instalada no sistema do Rio de Janeiro para perto de 600.000 kW.

A sobreelevação da barragem das Lajes apresenta um certo interesse pois, com a construção de contrafortes de betão contra a alvenaria do paramento de jusante, foi possível fazer subir a cota da crista barragem de 25 m aproximadamente (*Engineering*, 1 e 8 de Julho de 1949). As disposições construtivas adoptadas não podem deixar de se considerar com interesse para a resolução de problemas semelhantes (fig. 9).

Também a central subterrânea de Nilo Pessanha é uma obra moderna em todos os seus pormenores.

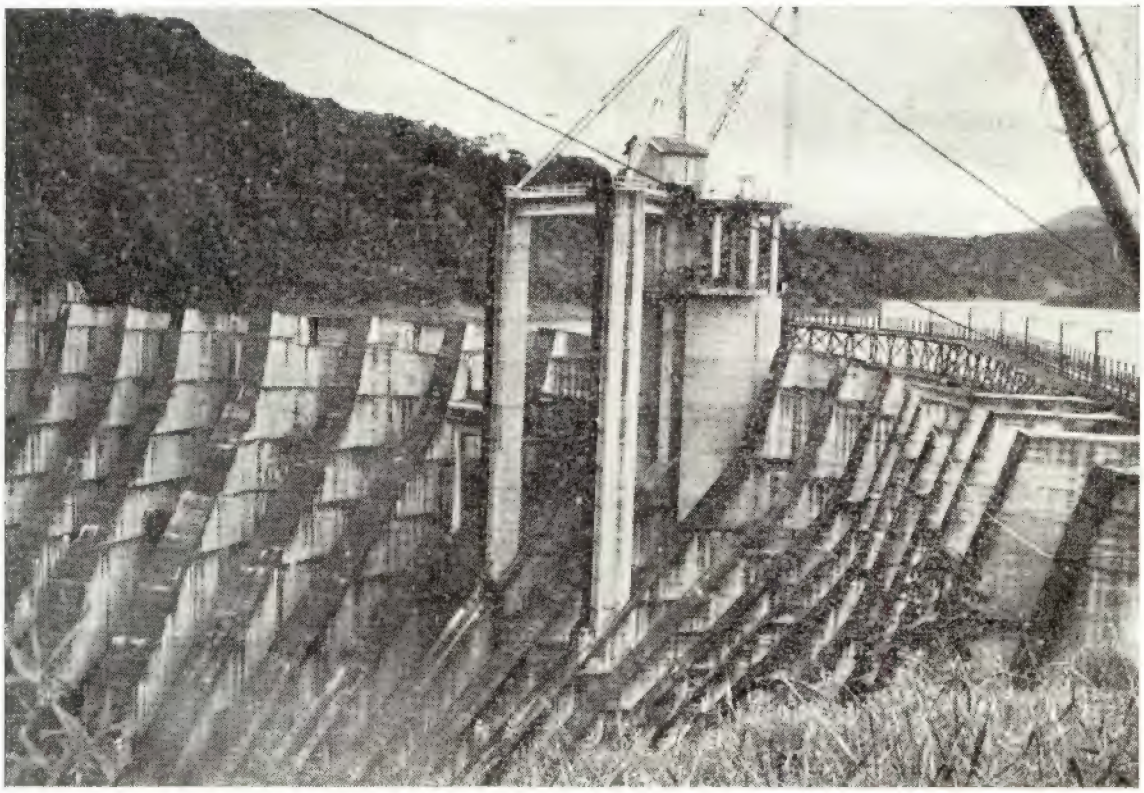


Fig. 9 — Barragem das Lajes após elevação.

Quanto ao sistema produtor de *São Paulo*, («São Paulo Light and Power Co.») (fig. 10) é ele constituído quase exclusivamente pelas centrais do *Cubatão*, nas quais se dispõe, numa queda de 720 m, das águas armazenadas na albufeira de *Billings* situada no alto da Serra do Mar, albufeira, aliás, criada por uma pequena barragem de terra. Essa albufeira é alimentada principalmente pelas águas do rio Tieté. São Paulo vê assim correr hoje as águas desse afluente do Paraná de jusante para montante à custa de uma série de centrais de bombagem de pequena altura situadas junto à cidade.

A central hidráulica do Cubatão antiga é uma

central a céu aberto que tem sido construída por fases dispondo actualmente de uma potência de perto de 500.000 kW. Na fig. 11 vêem-se, em primeiro plano, as condutas forçadas e, em segundo plano, a central. Existindo ainda possibilidades de aumento da potência do sistema foi resolvido instalar tal potência numa central subterrânea, já hoje com 390.000 kW. Tal decisão foi tomada em virtude do problema que apresentava a estabilidade da encosta onde se encontram as condutas forçadas, na qual se chegou a iniciar um grande escorregamento numa zona ao lado dessas condutas.

Na resolução dos problemas levantados por este escorregamento, isto é, na sua paragem e na estabilização da encosta, intervieram os maiores especialistas mundiais de Mecânica dos Solos, como Terzaghi e Casagrande. O remédio consistiu principalmente em impermeabilizar a superfície do terreno e fazer a sua drenagem em profundidade.

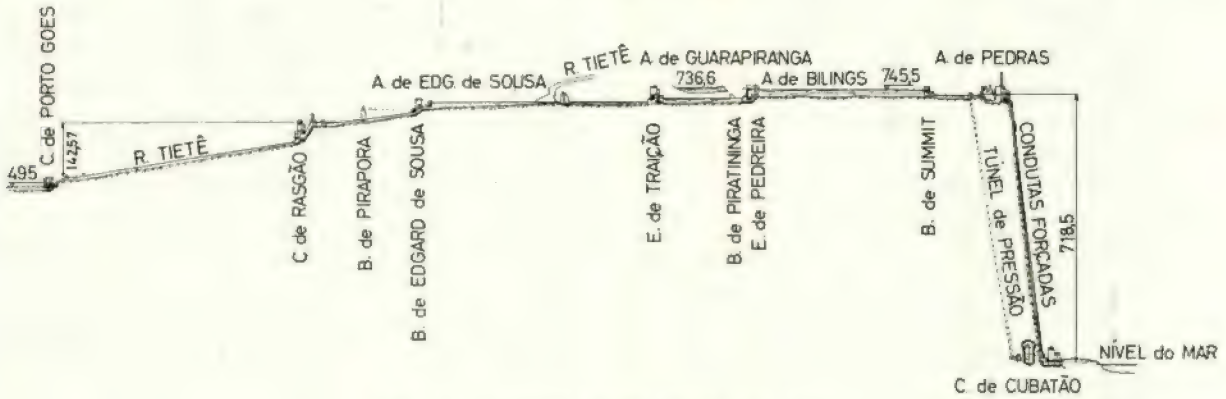


Fig. 10 — Sistema hidroeléctrico de S. Paulo.

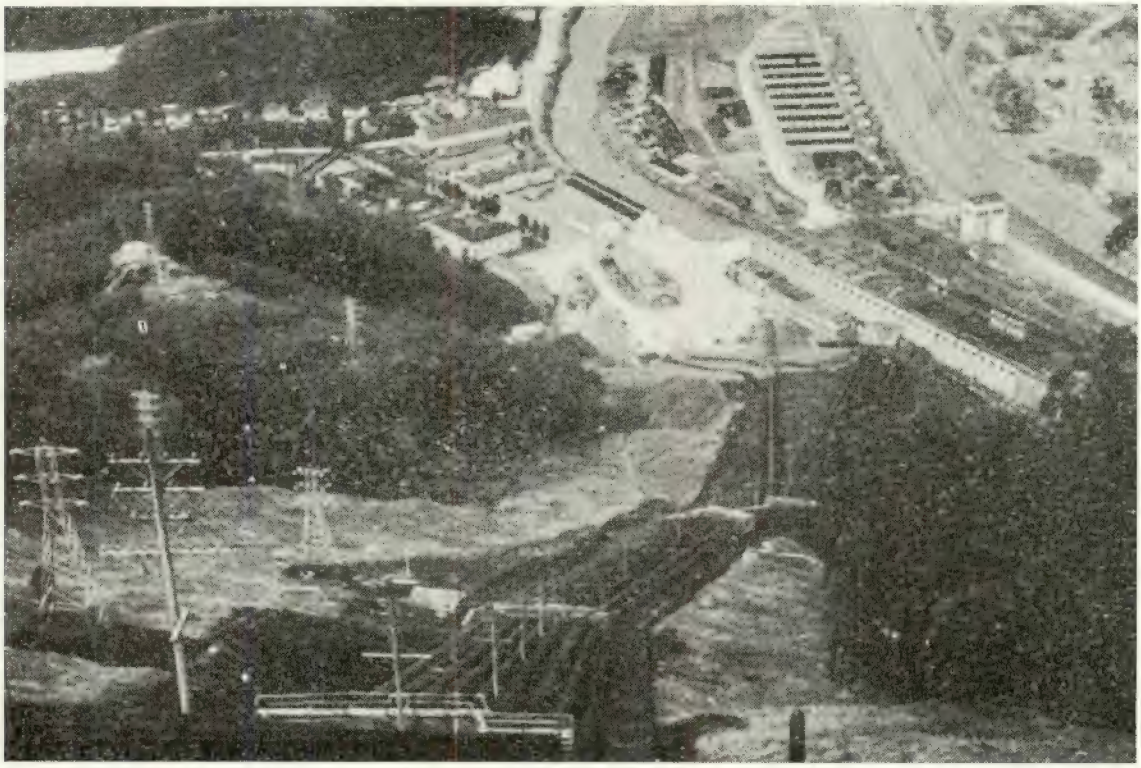


Fig. 11 — Central hidroeléctrica de Cubatão.

b) *Obras no Rio Grande* — Um pouco a jusante da linha recta que une São Paulo a Belo Horizonte, na fronteira do Estado de São Paulo com Minas Gerais, foi inaugurada em Maio de 1957 a primeira grande obra no rio Grande, a barragem e central de *Peixotos* (fig. 12). Esse rio é, como se sabe, um dos maiores afluentes do Paraná e a sua posição geográfica, próxima dos três estados econòmicamente mais evoluídos do Brasil, dá-lhe primasia sobre os outros cursos de água.

Pertence esta obra às «Empresas Eléctricas Brasileiras», um grande agrupamento de empresas espalhadas por todo o Brasil, subsidiárias da «American Foreign Power Co.», e foi projectada pela grande firma consultora americana «Ebasco Services Inc.» associada daquela entidade.

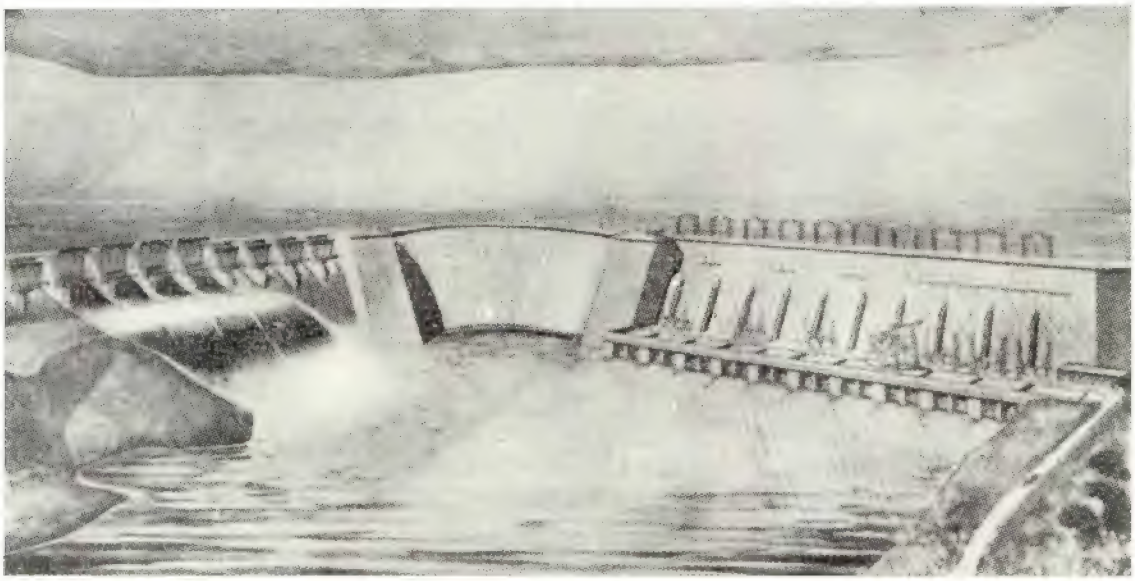


Fig. 12 — Antevisão da barragem e central de Peixotos.

A barragem, com uma altura máxima de cerca de 70 m, tem uma disposição assás peculiar; efectivamente, é constituída por duas secções de gravidade dispostas em ângulo, uma na margem direita, com 170 m de comprido servindo de descarregador, e outra na margem esquerda com 180 m onde estão dispostas as tomas de água e a jusante da qual está localizada a central; entre essas duas secções de gravidade, isto é, no meio do rio, está localizada uma barragem abóbada que assim completa a retenção das águas da albufeira, cuja capacidade atinge 2.000 milhões de m^3.

A potência total que se virá a instalar na central atingirá 400.000 kW distribuidos por 10 grupos, dos quais apenas dois estão actualmente montados.

Abaixo de Peixotos projecta a «Companhia Paulista de Força e Luz», uma das «Empresas Eléctricas Brasileiras», a construção da barragem e central do *Estreito* com a potência de 100.000 kW. Essa barragem poderá, eventualmente, ser uma abóbada. Segundo reconhecimentos já efectuados será possível construir ainda no rio Grande, a jusante desta obra, mais doze aproveitamentos de altura média e com um grande caudal regularizado.

Uma das obras mais extraordinárias do Brasil, cuja construção se anuncia para muito breve, é a da barragem e central de *Furnas*. Essa obra irá ser construída por uma companhia independente «Centrais Eléctricas de Furnas, S. A.», na qual participam a CEMIG, o grupo «Brasilian Traction», os Estados de São Paulo, Minas e Rio de Janeiro e o Governo Federal. Ficará situada imediatamente a montante da barragem de Peixotos.

A obra de Furnas ficará situada dentro do triângulo Rio-São Paulo-Belo Horizonte, a uma distância aproximada a 300 km de qualquer destas cidades.

Com a altura de cerca de 100 m e um desenvolvimento na crista inferior a 500 m, criará uma albufeira de 30 mil milhões de m^3 de capa-

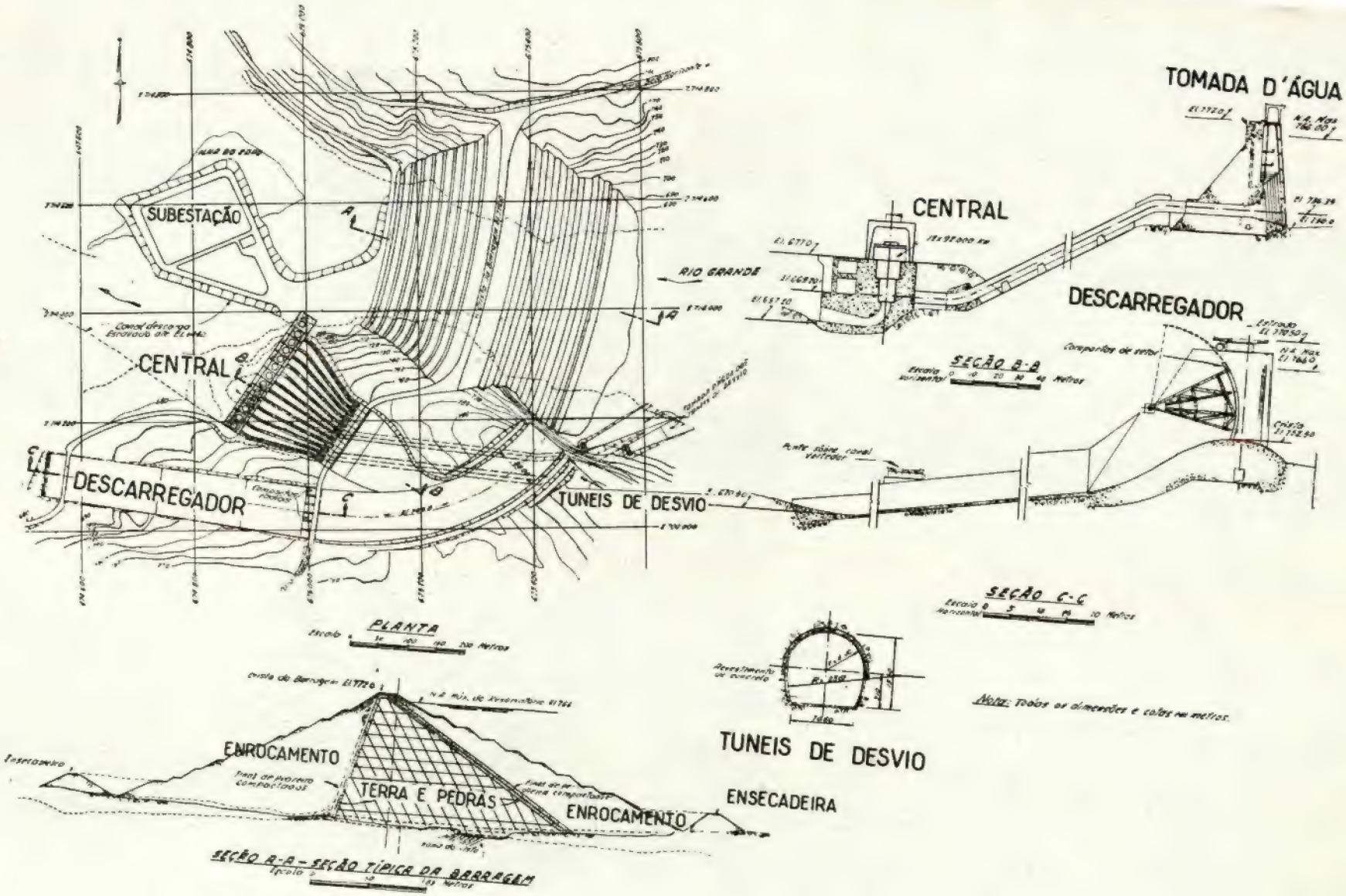


Fig. 13 — Barragem e central de Furnas. Planta e secções típicas.

cidade, o que será suficiente para a regularização interanual da vazão do rio Grande. Tornará deste modo possível uma produção de 6,2 mil milhões de kWh por ano, dos quais 5 em Furnas e o restante como produção adicional da central de Peixotos.

Claro que, com a construção dessa obra, se virá a melhorar a regularização dos caudais não só do rio Grande, que ficarão a ser, em média, da ordem dos 700 m^3 seg^{-1}, mas também do próprio Paraná.

A barragem de Furnas, cujo projecto está entregue à firma americana «International Engineering Co.», foi já objecto de vários estudos tendo sido sucessivamente anteprojectadas soluções de terra, enrocamento e contrafortes de cabeça maciça. Chegamos a encarar e sugerir a hipótese de uma abóbada de betão com duas centrais de pé de barragem e evacuador de cheias ao centro. O projecto a que se vai dar início (fig. 13) consta de uma barragem de enrocamento com núcleo de terra com um volume total de 10 milhões de m^3, um pouco maior portanto que a nossa barragem de Paradela. O descarregador, como mostra a fig. 13, será constituido por um canal revestido, escavado na rocha, provido de 7 comportas, e permitirá passar um caudal da ordem dos 9.000 m^3 seg^{-1}. A central, a ser construida por fases, virá a ter uma potência total instalada de 1.100.000 kW distribuidos por 12 grupos, pràticamente igual à potência instalada e em serviço no nosso País em 1957 (sem Picote).

c) *Principais obras da CEMIG* — A companhia «Centrais Eléctricas de Minas Gerais S. A. (CEMIG)» tem em curso um programa de eléctrificação deste Estado que só não pode considerar-se ambicioso porque, muito provàvelmente, não virá a colocar a capacidade de produção acima dos enormes acréscimos anuais de consumo. Efectivamente, de 200.000 kW da potência instalada em 1950 passou para 500.000 em 1955 sem que o tempo médio de utilização das máquinas baixasse de 7000 h por ano!

Entre outras de menor importância tem esta empresa em curso ou acabadas de realizar as seguintes obras: *Salto Grande* com uma potência instalada de 120.000 kW, *Itutinga* com 50.000 kW e *Camargos* com 45.000 kW; isto sem contar com *Três Marias*, cuja central pertencerá à CEMIG, *Cachoeira Dourada* construída em conjunto com o Estado de Goiaz (250.000 kW) e outras obras já em fase adiantada de projecto. Visitámos Itutinga e Camargos, já nas cabeceiras do rio Grande, ambas projectadas pela «International Engineering Co.» e construidas pela firma «Mor-

Fig. 14 — Aproveitamento de Itutinga.

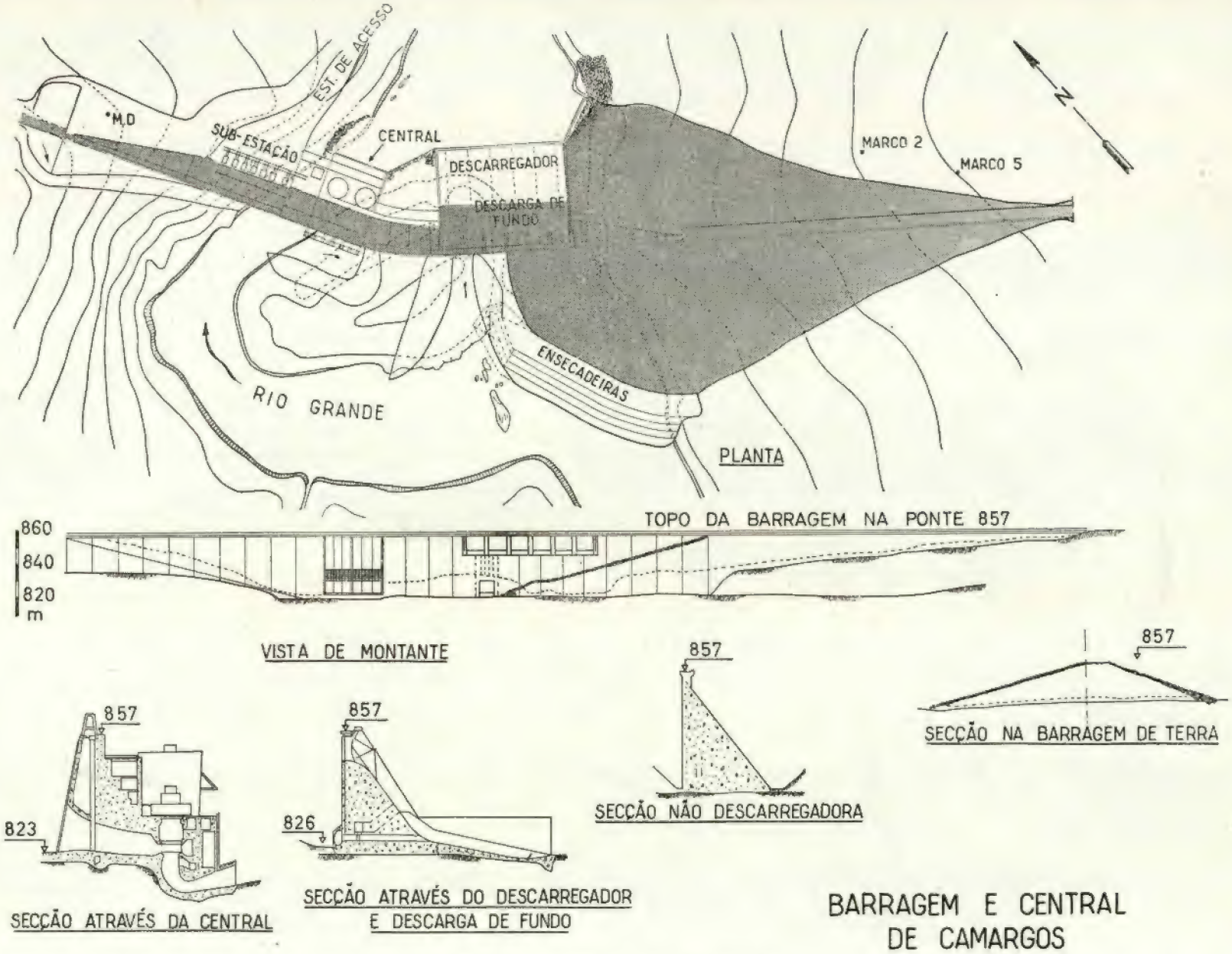


Fig. 15 — Barragem e central de Camargos.

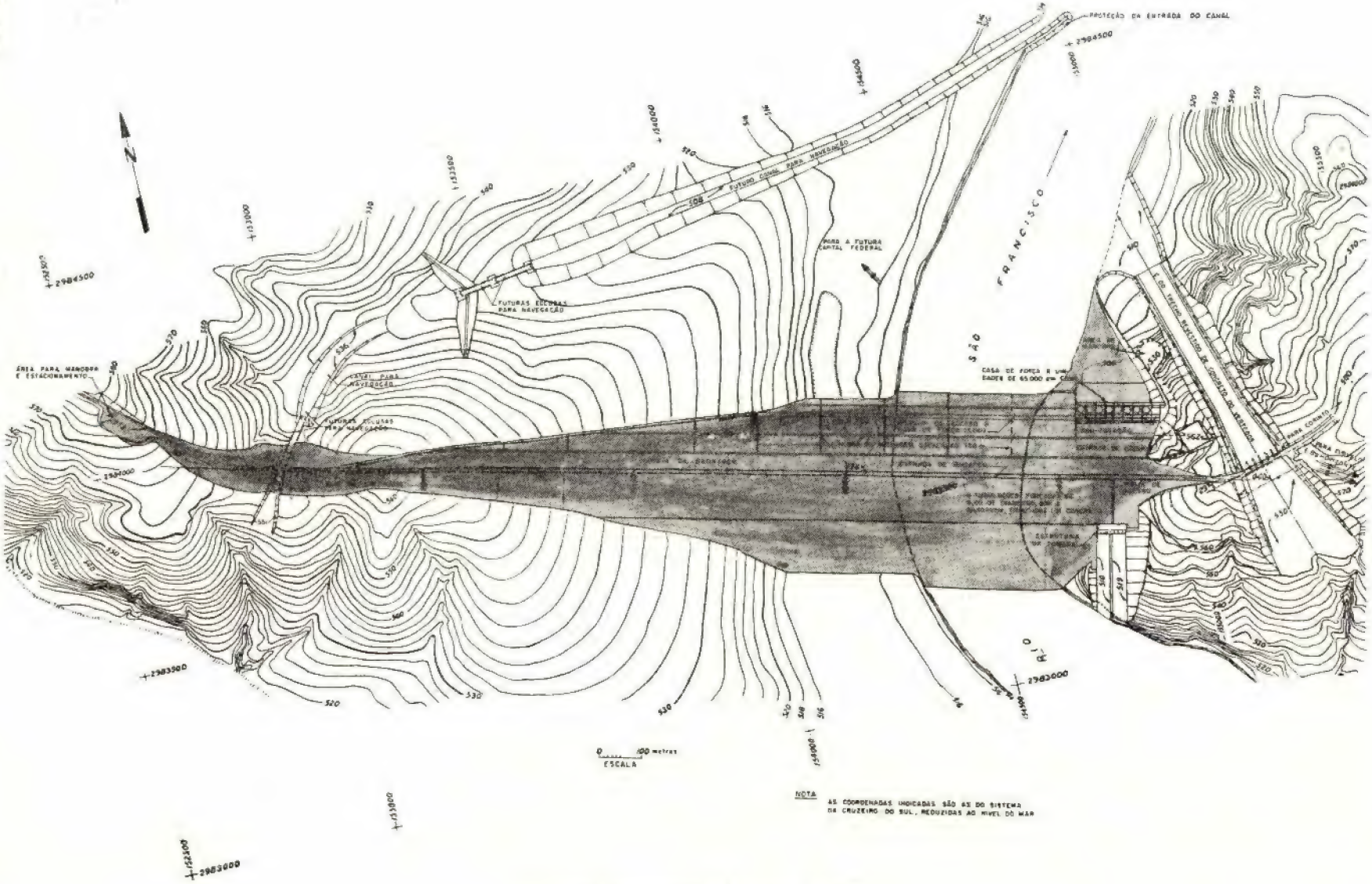


Fig. 16 — Barragem de Três Marias. Planta.

HEENAN & FROUDE LTD.

WORCESTER
ENGLAND

VELOCIDADE VARIÁVEL COM

Motor «shunt» de corrente continua

Unidade electrónica de rectificação

Regulador de velocidade

Representada por:

THE ENGINEERING COMPANY OF PORTUGAL, LDA.

Rua dos Remolares, 12-1.º — LISBOA

BP
ENERGOL
VISCO-STATIC
MOTOR OIL
BP
ENERGOL
VISCO-STATIC
MOTOR OIL
BP
no INVERNO ou no VERÃO
'VISCO-STATIC'

rison Knudsen», tal como a barragem do Salto-Grande no rio Santo António.

O aproveitamento de Itutinga, (fig. 14), compreende uma barragem, parte de terra parte de betão, tendo esta duas secções distintas, uma que constitui o descarregador encostado à margem direita e outra que forma um canal, em parte escavado na rocha, que serve também de câmara de carga e permite a toma de água. A central fica situada a jusante da barragem e no meio do rio.

A barragem de Camargos (fig. 15), que criará um reservatório de 750 milhões de m³ de água, é uma obra de 36 m de altura, mista de terra e betão. A secção de betão, em gravidade, tem o perfil e as disposições clássicas em todas as obras projectadas por americanos.

d) *Três Marias* — A barragem de Três Marias (fig. 16) criando um reservatório com a capacidade de 5 mil milhões de m³, no rio S. Francisco, com características interanuais portanto, é uma das obras mais importantes actualmente em curso no Brasil. Trata-se de uma barragem de terra com 2.600 m de comprimento no coroamento e 64 m de altura máxima, cujo volume total de terras é de 15 milhões de m³. A obra foi planeada pela Comissão do Vale de São Francisco tendo como principais finalidades a navegação, a rega e o contrôle das cheias, mas a construção da central está a cargo da CEMIG, como já dissemos. É de crer que no futuro o chamado «rio da Unidade Nacional», o rio São Francisco, dada a sua previligiada localização, se torne uma via de navegação intensa de primeira ordem. Não só é enorme o seu potencial energético como as suas águas poderão dar lugar a grandes obras de rega pois que atravessa os sertões do Nordeste no interior do conhecido «Polígono das Secas» de que falaremos.

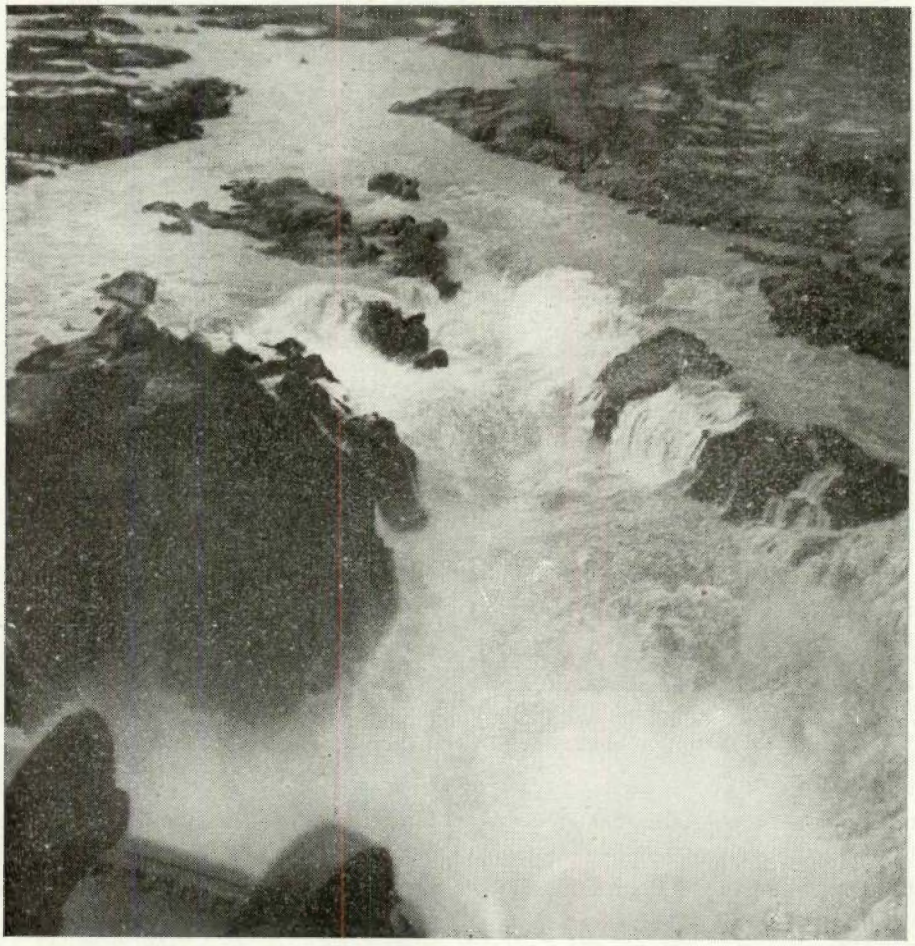


Fig. 17 — Um aspecto da Cachoeira do São Francisco.

Actualmente a maior parte da navegação do São Francisco, aliás para barcos de pequeno calado, tem lugar entre Pirapora, em Minas Gerais no extremo Norte da linha de C. F. «Central do Brasil», e Joazeiro, na fronteira de Baía com Pernambuco, a mais de 1.000 km de distância. Com a construção da barragem de Três Marias a navegabilidade do rio neste trecho situado a jusante da obra melhorará substancialmente. Com a utilização da própria albufeira, o rio S. Francisco ficará navegável até cerca de 200 km apenas de Belo Horizonte. Claro que para isso se prevêem na obra as necessárias eclusas.

assegura a passagem de uma cheia de 9.000 m^3 seg^{-1}, já amortecida pela enorme albufeira, o que quer dizer que a cheia natural afluente que pode ser evacuada sem risco pode ser muito superior aquele valor.

A conclusão da obra, que se encontra a cargo da firma americana «Morrison Knudsen» segundo projecto da «International Engineering Co.», está prevista para 1960.

e) *Paulo Afonso* — O rio S. Francisco, na fronteira comum aos Estados de Baía, Pernambuco e Alagoas, no trecho entre as povoações de Petrolândia e Piranhas, isto é, apenas a cerca de 300 km da sua foz, apresentava à imaginação dos artistas e à cogitação dos técnicos a impressionante cachoeira de Paulo Afonso. Esse acidente do rio, conhecido poucos anos volvidos após a descoberta do Brasil, estava no entanto

Fig. 18 — «Canhão» do São Francisco, junto à Cachoeira.

São extraordinárias as possibilidades de produção de energia deste aproveitamento no qual se prevê a instalação de 8 grupos de 65.000 kW: um total de 520.000 kW numa central no pé de barragem.

O descarregador com 6 comportas de 15 × 13 m

situado em pleno sertão semi-desértico, no interior do «Polígono das Secas». Numa região de pobreza extrema onde, não há mais de vinte anos, ainda medrava o cangaço estava situada uma das maiores concentrações do potencial hidráulico do Brasil. Era impressionante o espectáculo dum grande rio, com caudais de alguns milhares de m^3 que, correndo espraiado num planalto, de repente se lança de cerca de 80 m de altura (fig. 17) em duas ou três quedas e por dois braços principais num canhão em U cuja largura não vai além de 300 m (fig. 18).

Já em 1913 tinha sido instalada no local uma pequena central para fornecer energia a uma fábrica de linhas de coser, mas o problema para ser resolvido, tinha de ser atacado com grande amplidão.

Esta obra extraordinária está exercendo uma influência enorme na economia do Nordeste onde dentro em breve veremos nascer, a par de importantes indústrias de bens de consumo, as grandes indústrias base como a do alumínio. De Paulo Afonso partem hoje já duas linhas de 220 kV, uma para Recife (405 km) e outra para Salvador (456 km), sendo a distância entre os pontos mais afastados da área servida de cerca de 900 km em linha recta e a área da concessão cerca de 8 vezes a área de Portugal.

Ainda que para o projecto deste aproveitamento tivessem inicialmente sido consultados engenheiros estrangeiros pode dizer-se que as principais concepções e a condução da obra foram da autoria dos colegas brasileiros.

A obra (fig. 19) consta essencialmente de duas

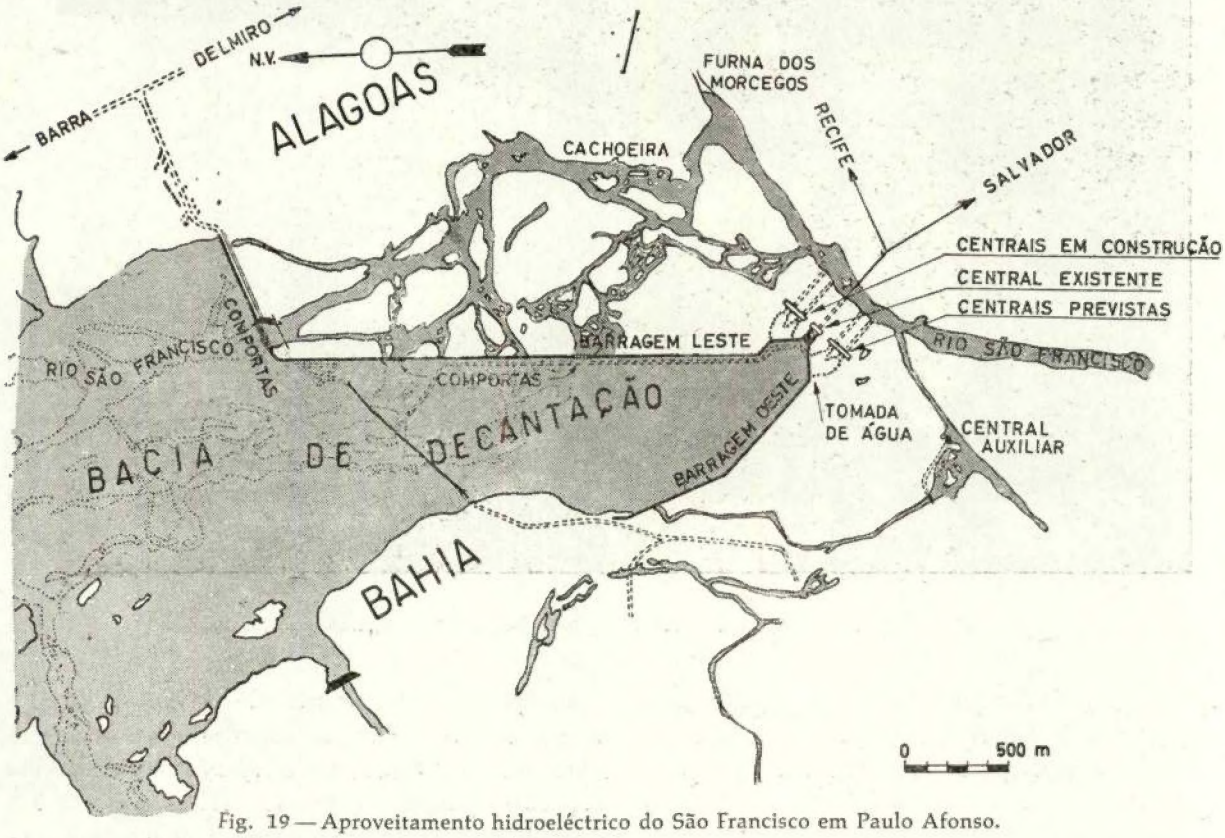


Fig. 19 — Aproveitamento hidroeléctrico do São Francisco em Paulo Afonso.

Data de 1945 a criação legal da «Companhia Hidro-Eléctrica do São Francisco» (CHESF) que se abalançou à construção da barragem e da primeira fase da central de *Paulo Afonso*, a qual pode ser considerada um dos maiores empreendimentos industriais brasileiros. Aprovado o projecto definitivo em 1949 foram então iniciadas as obras, cuja conclusão (incluindo a central apenas a primeira fase) teve lugar em 1954.

longas barragens convergentes para jusante. O comprimento total das barragens ultrapassa 4 km, sendo cerca de 2.800 m galgáveis e havendo um comprimento total de 298 metros de barragens móveis, isto é, de aberturas providas de comportas. No ponto de convergência dessas barragens estão situadas as tomadas de água, inicialmente apenas para três grupos (fig. 20) mas já previstas para a instalação de mais 12, isto é,